

Alexandre Paniago de Oliveira

**Estudo sobre a viabilidade econômica do
desenvolvimento de um dispositivo de
localização de vazamentos**

Ilha Solteira

2022

Alexandre Paniago de Oliveira

**Estudo sobre a viabilidade econômica do desenvolvimento
de um dispositivo de localização de vazamentos**

Dissertação para a qualificação ao grau de
mestre

Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"

Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica

Orientador: Prof. Dr. Amarildo Tabone Pascoalini

Ilha Solteira

2022

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

O48e Oliveira, Alexandre Paniago de.
Estudo sobre a viabilidade econômica do desenvolvimento de um dispositivo de localização de vazamentos / Alexandre Paniago de Oliveira. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2022
68 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de conhecimento: Materiais e Processos de Fabricação, 2022

Orientador: Amarildo Tabone Pascoalini
Inclui bibliografia

1. Viabilidade econômica. 2. Detecção de vazamentos. 3. Desenvolvimento de produtos.


Raiane da Silva Santos

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Estudo sobre a viabilidade econômica do desenvolvimento de um dispositivo de localização de vazamentos

AUTOR: ALEXANDRE PANIAGO DE OLIVEIRA

ORIENTADOR: AMARILDO TABONE PASCHOALINI

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em ENGENHARIA MECÂNICA, área: Mecânica dos Sólidos pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. AMARILDO TABONE PASCHOALINI (Participação Virtual)
Departamento de Engenharia Mecânica / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP

Dr. GILBERTO PECHOTO DE MELO (Participação Virtual)
Departamento de Engenharia Mecânica / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP

Prof. Dr. ADRIANO SILVA BORGES (Participação Virtual)
Departamento de Engenharia Mecânica / Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

Ilha Solteira, 25 de fevereiro de 2022

Agradecimentos

Gostaria de iniciar meus agradecimentos aos meus heróis, fonte de inspiração e alicerces em que me apoio, meus pais Mauro e Sandra, meus avós Luzia e Justino, Nicolau (In Memoriam) e Alba (In Memoriam). Assim como meu irmão e grande incentivador, Marlon.

À minha namorada, Maria Heduarda. Não há palavras para agradecer o seu apoio, amor e carinho. Em meus momentos mais escuros, em que a desesperança e desalegria tomaram conta, você foi a chama que me impulsionou em caminhos de novas vitórias.

À Sociedade Esportiva Palmeiras que, assim como em minha época de graduação, foi fonte de alegria e lazer em meio às dificuldades e preocupações do dia a dia.

Aos meus colegas e amigos que fiz na graduação, Augusto e Otávio, dos quais o tempo e as circunstâncias afastaram, mas nunca enfraqueceram nossos laços.

E, principalmente a Deus, que me deu e me dá, todos os dias, o maior presente que poderia receber: a vida!

Resumo

A água é um direito universal do ser humano, sendo um elemento essencial ao seu desenvolvimento. Entretanto, esse direito tem sido cada vez mais ameaçado por escassez hídrica, seja por eventos climáticos, seja por falhas nas redes urbanas de distribuição. No Brasil, os índices de perda de água durante a distribuição chegam a alarmantes 38,5% em média, representando 6,2 bilhões de metros cúbicos somente em 2018. Os métodos de detecção atuais demonstram ser onerosos de tempo, recursos e demanda de profissionais extremamente específicos. O objetivo deste trabalho é analisar a viabilidade econômica e financeira de se desenvolver um dispositivo de localização de vazamentos, sendo este um correlacionador de sinais de *groundsurfacing*. Assim, foi feito o mapeamento de mercado de modo a obter dados sobre os possíveis consumidores e concorrentes, além das particularidades de cada um. Em seguida, buscou-se definir um produto mínimo viável com base nas soluções de hardware e software apresentadas na literatura. Os custos fixos e variáveis, investimentos e infraestrutura necessária foram estimados e, com base em indicadores financeiros, elaborados alguns cenários de demanda e preços. Por fim, realizou-se um comparativo financeiro com as soluções existentes, mostrando a compatibilidade do dispositivo com o mercado.

Palavras-chave: Localização de Vazamentos, Análise de Viabilidade Econômica e Financeira, Processo de Desenvolvimento de Produtos, Startup Enxuta.

Abstract

Water is a universal right for human beings, being an essential element for human development. However, this right has been increasingly threatened by water scarcity, whether due to weather events or failures in urban distribution networks. In Brazil, water loss rates during distribution reach an alarming 38.5% on average, representing 6.2 billion cubic meters in 2018 alone. extremely specific professionals. The objective of this work is to analyze the economic and financial feasibility of developing a leak location device, which is a correlator of *groundsurfacing* signals. Thus, market mapping was carried out in order to obtain data on possible consumers and competitors, and the particularities of each one. Then, we sought to define a minimum viable product based on hardware and software solutions presented in the literature. Fixed and varied costs, investments and necessary infrastructure were estimated, and based on financial indicators, some demand and price scenarios were prepared. Finally, a financial comparison was made with the existing solutions, showing the compatibility of the device with the market.

Keywords: Location of Leaks, Economic and Financial Feasibility Analysis, Product Development Process, Lean Startup.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Quadro de Proposta de Valor	19
Figura 2 – Protótipo 01 - Obata	22
Figura 3 – Protótipo 02 - Obata	22
Figura 4 – Experimento - Boaventura	24
Figura 5 – Perfil do Consumidor	31
Figura 6 – Mapa de Valor	31
Figura 7 – Alternativas Tecnológicas - Correlacionador de Sinais	41
Figura 8 – Alternativas Tecnológicas - Geofones Eletrônicos	43

Lista de abreviaturas e siglas

FCS	Fatores-Chaves de Sucesso
ML	<i>Machine Learning</i>
ONU	Organização das Nações Unidas
PDP	Processo de Desenvolvimento de Produtos
PMC	Perceptron com Multi-Camadas
RNA	Rede Neural Artificial
RNC	Rede Neural de Convolução
SNIS	Sistema Nacional de Informações de Saneamento
SVA	Sinal Vibro-Acústico
TDW	Transformada Discreta de Wavelete
VPC	Value Proposition Canvas

Sumário

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	Objetivos	14
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1	Projeto de Desenvolvimento de Produto	15
2.1.1	Metodologias	15
2.1.1.1	Startup Enxuta	16
2.1.1.2	Value Proposition Canvas	18
2.1.2	Viabilidade Técnica	20
2.1.2.1	Hardware	21
2.1.2.2	Software	22
2.2	Análise de Viabilidade Econômica	24
2.2.1	Princípios	24
2.2.2	Precificação	26
2.2.3	Indicadores financeiros	27
3	MATERIAIS E MÉTODOS	30
3.1	Mapeamento de Mercado	30
3.1.1	Clientes	30
3.1.2	Concorrentes	31
3.2	Processo de Análise de Viabilidade	31
3.2.1	Propostas de MVP	32
3.2.2	Análise dos Indicadores	35
4	RESULTADOS	37
4.1	Mapeamento de Mercado	37
4.1.1	Perfis de Clientes	37
4.1.2	Perfis dos Concorrentes	40
4.2	Análise de Viabilidade Econômica	44
5	CONCLUSÕES E SUGESTÕES	48
5.0.1	Conclusões	48
5.0.2	Sugestões para Trabalhos Futuros	48
	REFERÊNCIAS	49

ANEXOS	53
ANEXO A – QUESTÕES - CONCESSIONÁRIAS	54
ANEXO B – QUESTÕES - EMPRESAS DE CAÇA-VAZAMENTOS	55
ANEXO C – COMPILADO - CONCESSIONÁRIAS	56
ANEXO D – FLUXOS DE CAIXAS	58

1 Introdução

Água potável e saneamento básico são direitos humanos, sendo essenciais para que haja a realização de todos os outros direitos humanos (UN. General Assembly (64th sess. : 2009-2010), 03 de ago. de 2010). A ausência desses se reflete como ameaças severas às comunidades, impactando a segurança alimentar, saúde e qualidade de vida ao mesmo tempo que prejudica o desenvolvimento humano e econômico (MEHTA, 2014).

Em diversas regiões do mundo, principalmente em países mais vulneráveis, enfrentam-se desafios cada vez maiores para suprir a demanda da população (JIANG, 2009; LOYOLA; BINI, 2015; COSGROVE; LOUCKS, 2015).

Países em desenvolvimento, como o Brasil, se situam em uma realidade cada vez mais ameaçada por mudanças climáticas, aumento da população urbana e mal gerenciamento dos recursos hídricos (COSGROVE; LOUCKS, 2015).

Nos países que compõem o Mercosul, o Brasil se destaca, em termos de volume, como o país que mais perde água tratada em seu sistema de distribuição, decorrente principalmente de vazamentos, chegando a quase 6,2 bilhões de metros cúbicos somente em 2018 (Grupo Regional de Trabajo de Benchmarking de Aderasa, 2019; Ministério do Desenvolvimento Regional, 2019).

De uma amostra de 100 municípios brasileiros, avaliou-se que mais de 75% desses possuem índice acima dos 30% de perda no sistema de distribuição. (Ministério do Desenvolvimento Regional, 2019). Apesar de que na prática é impraticável a redução total dos vazamentos (FOLKMAN, 2018), existe espaço, e necessidade, para a melhoria desses índices.

A literatura apresenta vários métodos possíveis para a redução dos vazamentos (HAMILTON; CHARALAMBOUS, 2020), sendo um desafio para as companhias de saneamento e abastecimento definir a melhor opção, considerando aspectos como a agressividade e movimentações do solo, conservação e conformidade das instalações, e variações na demanda de água que provocam picos de pressão prejudiciais aos tubos.

Para essas companhias, o primeiro passo de investigação, seja de uma área seja da cidade como um todo, é avaliação do balanço hídrico, ou seja, a diferença do volume hídrico que entra nas redes de distribuição e aquele que é efetivamente consumido pelos clientes. A constatação da existência de perdas em uma área de medição distrital, bairros ou conjunto de residências, demanda a necessidade de se localizar ponto, ou pontos, da rede para reparos. (FARLEY, 2003; FARLEY; TROW, 2003).

Existem diversas técnicas de detecção, sendo divididas em dois grandes grupos: não

vibro-acústicas (gás tracejante, termografia, radar penetrador de solo) e vibro-acústicas (hastes de escuta, amplificadores eletrônicos, gravadores de ruído e correlacionadores). (FARLEY, 2003; HAMILTON; CHARALAMBOUS, 2020).

Neste trabalho serão comparados os métodos vibro-acústicos, dos quais se exemplifica: a) Haste de Escuta – equipamento mais simples e econômico, em que o operador escuta o ruído provocado pelos vazamentos através de sua propagação pela haste; b) Hastes eletrônicas – dispositivos que somam dispositivos eletrônicos, como geofones ou acelerômetros, a hastes de escuta. C) Correlacionadores – Nesse método utilizam-se dois sensores em contato direto com a tubulação, ou ponto de acesso, que fornecem dados que, ao serem processados por correlação cruzada, estabelecem o atraso entre ambos, podendo fornecer a distância do vazamento aos sensores. (HAMILTON; CHARALAMBOUS, 2020).

A utilização das hastes de escuta é muito subjetivo e tem baixa precisão, visto que depende quase que unicamente da habilidade do operador. O custo de aquisição é baixo, entretanto demanda uma mão de obra com experiência e capacidade, além de ser um método que exige maior tempo de execução. As hastes eletrônicas visam diminuir a subjetividade do processo ao integrar às hastes dispositivos que, através de uma interface eletrônica, permitem ao operador amplificar, reduzir e/ou filtrar frequências mais relevantes. Em ambos os métodos, o operador vai “varrendo” a região suspeita de vazamento, pressupondo que o ponto logo acima de onde houver o maior ruído é o local do vazamento, sendo então um processo lento. (HAMILTON; CHARALAMBOUS, 2020).

O método de correlação acústica permite, quando se possuem os dados de velocidade de propagação do som na tubulação investigada, encontrar-se um valor em metros para posição do vazamento, por meio da análise dos resultados do algoritmo de correlação cruzada. (ALMEIDA, 2013). Entretanto, esse método, como qualquer outro que demande contato direto, apresenta uma forte limitação, visto que é comum que os pontos de acesso sejam bastante escassos. (HUNAIDI et al., 2004). Além disso, a velocidade de propagação é uma grandeza que demanda uma medida direta específica para o local investigado (LIMA et al.,), e, quando não possível ser medida, demanda o cálculo através de modelos matemáticos de alta complexidade (GAO et al., 2017). Esses modelos complexos necessitam de entradas que, na grande maioria dos casos práticos, não estão disponíveis, tais como: diâmetro e espessura, módulo de elasticidade, fator de perda e densidade, e estado de conservação do tubo (ALMEIDA, 2013). Fatores externos como propriedades do solo (módulo de cisalhamento, de Young e Poisson), temperatura e umidade, entre outros, podem provocar alterações sensíveis na propagação de sinais. (MUGGLETON; BRENNAN, 2004; SCUSSEL et al., 2019; ALMEIDA, 2013)

Tratando-se de localização de sinais de fontes de origem vibro-acústicas, é possível apontar diversos métodos clássicos (PERTILÄ et al., 2018), entretanto, em trabalhos mais recentes, percebe-se um destaque para métodos que se utilizam de machine learning,

devido aos seus melhores resultados (LI et al., 2015; BIANCO et al., 2019). Destacam-se as Rede Neurais Artificiais (RNA), que, segundo (KOVANDŽIĆ et al., 2017), são métodos universais de aproximação de funções sem a necessidade de se modelar o fenômeno físico, com a potencialidade de ser aplicado inclusive em casos de forte não-linearidade.

Nesse contexto de desenvolvimento de novos métodos e tecnologias, o mercado de localização de vazamentos tem muito a ser explorado, visto que no último levantamento do Sistema Nacional de Informações de Saneamento (SNIS), há pelo menos 1.568 prestadores de serviço de abastecimento de água, atendendo mais de 5000 municípios, totalizando mais de 173 milhões de brasileiros. O setor de água e esgotos gera mais de 900 mil empregos diretos ou indiretos. A movimentação financeira do setor em 2018, ultrapassou mais de R\$ 135 bilhões, sendo que destes R\$13,2 bilhões são referentes a investimentos. (Ministério do Desenvolvimento Regional, 2019).

Assim, a detecção de oportunidades de negócio e a materialização de uma solução abstrata em um produto demandam uma série de atividades, cujo resultado produz efeitos que impactam diretamente a competitividade dessa no mercado (ROMANO et al., 2003). As fases de desenvolvimento de um produto não são totalmente sucessivas, podendo ocorrer sobreposição por quase todo o projeto (VALERIANO, 2004). Especificações para novos projetos levam em consideração: levantamento da satisfação dos usuários, experiência de assistência das máquinas atuais e avaliação do comportamento do mercado, o analisando e estudando tendências tecnológicas (ROMANO et al., 2003).

Entretanto, somente o desenvolvimento de um produto não é garantia suficiente de sucesso, é necessário que esse seja acompanhado de uma proposta de valor que realmente consiga atender às necessidades do mercado (OSTERWALDER et al., 2014). A validação ágil de premissas é uma ferramenta importante para definir o potencial de mercado em estágios ainda iniciais (SCHMITZ; MATTOS; CORREIA, 2018), ainda mais em mercados onde a evolução lenta da tecnologia poder se tornar um obstáculo para propostas de valor disruptivas de tecnologias sustentáveis (KHAN; BOHNSACK, 2020).

Em cenários onde se abre a possibilidade do desenvolvimento de um produto, é importante que esse projeto passe por análises de natureza econômica, sendo sua aceitação ou não ligada a indicadores de natureza financeira. (LIMA, 2019). Um dos principais pontos a ser definido é o preço do produto, visto que esse precisa ser dimensionando de modo atender às necessidades financeiras da empresa e cumprir com as obrigações juntos a investidores, assim seu mal dimensionamento pode resultar em prejuízos relevantes. (SEBRAE, 2020). O processo de formação de preços tem três principais pontos de partida: custos, concorrência e consumidor. (CREPALDI; CREPALDI, 2018; SANTOS, 2000; BRUNI, 2006).

Este trabalho tem como propósito avaliar a viabilidade econômica e mercadológica de se construir um hardware que simplifique o processo de investigação de vazamentos,

sendo o cerne da proposta de valor desse produto a possibilidade de se não necessitar do acesso às tubulações, ou seja, um dispositivo que permita *ground surfacing*, dessa maneira unindo as vantagens dos geofones com as dos correlacionadores de sinais. É necessário considerar não somente a aplicabilidade e a utilidade do dispositivo, mas sua viabilidade financeira e compreender a lógica do mercado no qual possa ser inserido, buscando reunir insumos sobre construtibilidade, utilização, manutenção e eficiência, e comparando-o com as alternativas existentes no mercado.

1.1 Objetivos

O cerne principal deste trabalho é avaliar a viabilidade econômica e mercadológica do desenvolvimento de um dispositivo de localização de vazamentos em tubos subterrâneos de abastecimento, por meio da análise de indicadores financeiros, realizando também comparações com as soluções existentes.

2 Revisão Bibliográfica

2.1 Projeto de Desenvolvimento de Produto

2.1.1 Metodologias

Existem diversos trabalhos na literatura sobre desenvolvimento de produtos, explorando diversas situações e interdisciplinaridade que ocorrem no ambiente correlatos à pesquisa e desenvolvimento. De um lado, encontrou-se principalmente na literatura brasileira, uma abordagem tradicional no desenvolvimento de um produto, sendo focado nos modelos de Processos de Desenvolvimento de Produtos (PDP) da indústria. Por outro, buscaram-se métodos considerados ágeis, ou seja, que permitam uma validação mais rápida de um produto ou serviço.

Nos métodos tradicionais, [Rocha et al. \(2010\)](#) e [Kechinski et al. \(2010\)](#) realizam uma análises de modelos de PDP de empresas comparando-os com modelos consolidados da literatura, como o de [Rozenfeld et al. \(2006\)](#), e explorando fatores críticos para o sucesso dos produtos.

[Romano et al. \(2003\)](#) apresenta um modelo de referência para o processo de desenvolvimento de máquinas agrícolas baseado em amplo conjunto de informações de origem da academia e da indústria. Inserido em um ambiente acadêmico, mas especificamente no Núcleo de Desenvolvimento Integrado de Produtos da Universidade Federal de Santa Catarina – NeDIP/UFSC, desenvolveu-se um modelo de rápida e fácil atualização com ampla gama de aplicabilidade para empresas do setor. Além disso, reforça a necessidade e o grande de valor de explorar o estudo do PDP por parte dos estudantes de engenharia mecânica.

Na literatura, sobre modelos de referência, destaca-se [Kepner, Bainer e Barger \(1972\)](#) que desenvolve os seguintes passos para o mercado industrial de máquinas agrícolas:

1. Reconhecimento e avaliação do problema: analisar se o projeto proposto possui potencial de resultados e se agregaria valor para o cliente, além de considerar a viabilidade econômica e de vendas.
2. Determinação dos requisitos funcionais e relações fundamentais: compreender o estabelecimento das funções e condições esperadas para a máquina, assim como as especificações de projeto e situações de interação com o ambiente.
3. Projeto e desenvolvimento de uma máquina experimental: esse passo aborda o desenvolvimento e a idealização de possíveis soluções com base em estudos bibliográficos,

empíricos e, por fim, através de realizações de experimentos. Os experimentos nessa fase visam testar os componentes e sistemas mais importantes, sendo puramente funcionais. O objetivo é de que a máquina seja capaz de desempenhar as funções estabelecidas.

4. Projeto do Protótipo da máquina: os dados obtidos do passo anterior fornecem indicativos de que a máquina é viável economicamente. Em caso positivo, é projetado um protótipo em conformidade com normas e limites de custos.
5. Construção e teste de protótipos: esta etapa envolve a construção de um número estipulado de protótipos para serem submetidos a testes de laboratório e práticos. O desempenho é acompanhado pelo corpo de engenharia, buscando uma maior fidelidade a uma possível produção seriada.
6. Manufatura do modelo de produção: o sucesso na fase anterior, dá início à fase de liberação para produção. Em alguns casos, há uma pré-produção de unidades limitadas, e seu sucesso define a ida ou não para a produção de mercado.

Para [Romano et al. \(2003\)](#) na fase de plano estratégico de produtos, devem-se realizar as primeiras avaliações comparativas das máquinas disponíveis no mercado, buscando determinar fatores cruciais para o sucesso, ou como definido por [Mattar e Santos \(2003\)](#), os fatores-chaves de sucesso (FCS). Estes podem ser determinados por meio de pesquisa junto a clientes e/ou usuários das máquinas, além da análise dos produtos disponíveis e de sucesso no mercado.

Entretanto, existem gargalos nos métodos tradicionais de desenvolvimento de produtos, quando se trata de inserção em mercados de novas tecnologias sustentáveis e em ambientes de extrema incerteza. . Em seu trabalho, [Khan e Bohnsack \(2020\)](#) exercitam um questionamento de como essas novas tecnologias podem criar mercados disruptivos, quando o progresso tecnológico não é rápido suficiente. Nesses ambientes com nível de riscos mais elevados, de maior incerteza, destaca-se a atuação de startups.

2.1.1.1 Startup Enxuta

Uma Startup, segundo o [SEBRAE \(2014\)](#), é um grupo de pessoas que se juntam com o objetivo de procurar e definir um modelo de negócios repetível e escalável, atuando em um ambiente de mercado de extrema incerteza. [Ries \(2012\)](#), define “Uma startup é uma instituição humana projetada para criar um novo produto ou serviço sob condições de incerteza extrema”.

Em sua obra, [Ries \(2012\)](#), propõe o sistema Lean Startup como uma opção de metodologia para ajudar a diminuir os riscos do negócio e reduzir desperdícios. Alguns aspectos desse sistema são: produção just-in-time, aproveitamento do capital humano,

redução de tamanhos de lotes, aceleração dos tempos de ciclo e diversificação de portfólio. O autor estabelece que as startups propõem grandes mudanças ou grande impactos, assim não há como determinar o sucesso de um novo negócio. É necessário testar. As startups não têm tamanho ou setor de atividades definidos, o que estabelece uma ampla gama de beneficiários dessa metodologia. O cerne dessa proposta é a aprendizagem validada, sendo o principal “antídoto” para um grande problema comum a algumas empresas: executar com sucesso um plano que não a levará a lugar algum. Em outras palavras, apoiado no conceito de produção toyotista, só deve produzir aquilo para o qual haja demanda, e que atenda às necessidades dos clientes.

Em um case apresentado pelo autor, a startup da qual fazia parte investiu 6 meses de tempo e capital, com receio de apresentar algo de baixa qualidade, em um produto que não teve adesão do mercado. Coletando os feedbacks constataram que a premissa básica do produto estava equivocada, ou seja, não atendia às reais necessidades do nicho de clientes que queriam atender. Isso provocou um desperdício de tempo e energia. Como forma de combater situações similares, o autor propõe o método de aprendizagem validada, o qual esse define como meio de diferenciar o que é valor, evitando o desperdício. Para isso, [Ries \(2012\)](#), propõe experimentos, com testes empíricos para validar, ou não, uma ou mais suposições.

O autor estabelece dois princípios para seus testes:

- Pense Grande, Comece Pequeno - É contraproducente testar todos os aspectos de uma ideia de uma vez só, visto que seria equivalente ao lançamento de um produto acabado. Comece pequeno, testando aspectos e a essência do que se pretende atingir no futuro.
- Para uma mudança de longo prazo comece imediatamente - Os experimentos permitem coletar dados e, quanto mais rápido esse processo for feito, mais rápido poderá fundamentar mudanças que afetarão a empresa no longo prazo, reduzindo desperdício de tempo e recursos.

Além disso, ressalta que os experimentos devem conter:

- Validação de hipótese de valor - Experimentos que visem definir se o produto que se busca desenvolver é realmente necessário e desejável pelos consumidores.
- Validação de hipótese de crescimento - Nessa etapa, busca-se entender como o produto pode ganhar mais mercado e ser apresentado a novos clientes. A parceria com os adeptos iniciais permite ótimos insights.
- MVP concierge - Convidar esses adeptos iniciais para testarem um mínimo produto viável, *minimal viable product* - MVP em inglês, e avaliar seu comportamento.

Uma ferramenta que pode ser usada de complemento nos experimentos de hipótese de valor é o *Value Proposition Canvas*. Os resultados dos experimentos definem se é hora de pivotar ou avançar no desenvolvimento.

2.1.1.2 Value Proposition Canvas

O design de Proposta de Valor, ou *Value Proposition Design* (VPD), de um produto é mais do que apenas as funções ou características de um produto. Ela resume o que o produto é e quais público-alvos, e suas particularidades, pretende-se atingir.

Utilizando um VPD conceitual, [Khan e Bohnsack \(2020\)](#) concluíram que o sucesso de uma inovação disruptiva não necessita apenas de inventos tecnológicos mas de propostas de valor concretas em diferentes aspectos. Assim, afirmam que tecnologias inferiores podem ter sua atratividade aumentada quando sua proposta de valor é bem trabalhada. Os autores ressaltam que o modelo de obtenção de dados através de painéis e formulários tem suas limitações devido à pequena amostragem, entretanto é suficiente para apontar qual abordagem das VPD é mais bem-sucedida.

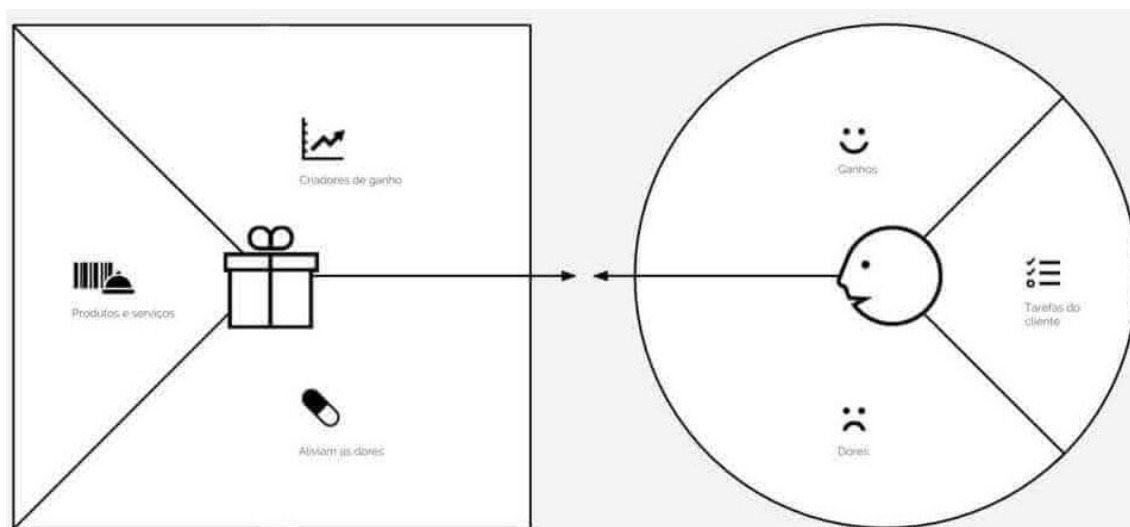
Outro mercado que se beneficia de tal metodologia é o de mercados de alto custo, como o militar, apontado por [Schmitz, Mattos e Correia \(2018\)](#) em sua obra. O autor discorre como as análises tradicionais de mercado podem não ser suficientes para estimar o potencial de mercado de um novo design de avião de treinamento militar. Aqui utilizando os conceitos de design de proposta de valor, [Schmitz, Mattos e Correia \(2018\)](#) realizou uma extensa pesquisa de mercado, coletando dados das frotas de aviões de treinamentos de diversos exércitos ao redor do mundo. Em seguida, elaborou 4 diferentes propostas de valor e as avaliou segundo os dados obtidos, e concluiu que a combinação de análises das propostas de valor, configurações de design e restrições, é uma ferramenta poderosa para a definição de designs conceituais de aeronaves com o objetivo de otimizar o *market share* de um novo produto em suas fases iniciais.

Assim, para auxiliar o desenvolvimento de novos designs, [Osterwalder et al. \(2014\)](#) apresentaram uma ferramenta visual denominada *Value Proposition Canvas* (VPC), ou Quadro de Proposta de Valor, onde se esclarece o entendimento que se possui dos possíveis consumidores em um lado, e as formas como pretende-se criar valor para eles em outro. A solidificação de uma proposta de valor começa quando um lado se encaixa com o outro. Os autores defendem que se trata de uma ótima ferramenta para empresas consolidadas ou grupos com ideias embrionárias, como *startups*.

Do lado direito, é estabelecido o perfil do consumidor, dividindo-o em tarefas, ganhos e dores. Esses três aspectos podem ser detalhados como:

1. Tarefas dos Consumidor - Descritivo das tarefas que o consumidor quer completar, resolver ou as necessidades que quer satisfazer. É importante assumir a perspectiva

Figura 1 – Quadro de Proposta de Valor



Fonte: Adaptado de <https://analistamodelosdenegocios.com.br/canvas-da-proposta-de-valor/>

do consumidor, para verificar se sua crença do que é importante é mesma que a dele, variando de três principais tipos: funcionais, sociais e emocionais, além de tarefas de suporte. É muito importante compreender o contexto e a importância de cada tarefa nesse momento.

2. Dores dos Consumidor - Descreve tudo que pode incomodar, ou inviabilizar, o consumidor de realizar uma tarefa. Assim, são definidos três tipos: desfechos indesejados, obstáculos e riscos.
3. Ganhos do Consumidor - Neste espaço são apresentados os desfechos e benefícios que o cliente quer. São quatro tipos de ganhos: requeridos, esperados, desejados e inesperados.

Destaca-se a necessidade de diferenciar ao máximo em cada aspecto, de modo a torná-los os insights obtidos mais concretos e, por consequência, permitir um design otimizado. Essa otimização começa ao se rankear, dentro de cada aspecto, a relevância dos insights para o consumidor. É dito que pode haver mais de um perfil de cliente, assim esse processo deve ser feito para cada um, devido a suas particularidades.

Do lado esquerdo do mapa, é apresentado o Mapa de Valor. Neste espaço, divide-se sua proposta de valor em produtos e serviços, criadores de ganhos e aliviadores de dor.

1. Produto e Serviços - Lista simples do que se pretende oferecer, enumerando-se todos produtos e serviços sobre os quais a proposta de valor é construída. É crucial compreender que produtos e serviços sozinhos não criam valor, isso só ocorre quando

há uma relação com o consumidor e com suas tarefas, dores e ganhos. Essa lista pode ser composta por diversos tipos: tangíveis (produtos manufaturados), intangíveis (serviços como pós-venda), digitais ou financeiros.

2. Criadores de Ganhos - Descritivo de como os produtos e serviços geram ganhos para o cliente, não sendo necessário atender a todos os ganhos pretendidos pelo cliente, mas com o foco naqueles com maior relevância.
3. Aliviadores de Dor - Descreve-se como exatamente os produtos e serviços aliviam ou eliminam as coisas que incomodam e atrapalham o consumidor. Boas propostas de valor não precisam resolver todos as dores, mas focam naquelas extremas.

O encaixe da proposta de valor, ou seja, a compatibilidade do que se oferece às necessidades dos clientes, ocorre em três estágios:

1. Estágio 1 - Quando se identificam tarefas, dores e ganhos dos consumidores que se relacionam com sua proposta de valor.
2. Estágio 2 - Ocorre quando os consumidores reagem positivamente com sua proposta de valor e ela ganha embalo no mercado.
3. Estágio 3 - É alcançado quando se encontra um modelo de negócio que é escalável e rentável.

O estágio 1, também chamado pelos autores de encaixe problema-solução, é caracterizado por ser um estágio em que não se tem evidência de que os consumidores realmente ligam para sua proposta de valor. É nesse momento que se busca identificar e refinar os dados sobre tarefas, dores e ganhos que são realmente relevantes, além de reunir evidências de que os consumidores aprovariam ou não a proposta de valor do produto ou se é melhor pivotar em detrimento de uma nova alternativa.

2.1.2 Viabilidade Técnica

A prototipagem de um hardware, conforme já apresentado por [Kepner, Bainer e Barger \(1972\)](#), é um passo importante para o desenvolvimento de possíveis soluções. Com base em soluções propostas no estudo bibliográfico, bem como em soluções pesquisadas no mercado, a experimentação visa testar os possíveis componentes e sistemas que serão entregados ao produto proposto, além de buscar determinar se a máquina é capaz de cumprir as funções mínimas estabelecidas.

Na literatura é possível encontrar diversos trabalhos na área de detecção e/ou localização de vazamentos que se utilizam de machine learning (ML), nos quais diversos modelos matemáticos são apresentados e defendidos por seus autores como superiores aos

modelos físicos. Há uma clara vantagem, ou ao menos apresentada como, de sua utilização: a variedade possível de entradas, desde pressão e vazão, a vibrações e pressão sonora.

Dessa maneira, se apresentam diversas possibilidades e caminhos. A priori, é necessário que seja feita distinção entre detecção e localização de vazamentos. Na detecção, o objetivo é entender se existem perdas no sistema de distribuição, enquanto na localização já se subentende que existe um ou mais vazamentos, assim tendo como objetivo localizá-lo(s) e permitir eventuais reparos. Outro ponto a ser destacado é quem existem diversas possíveis naturezas da entrada de dados que o hardware poderá coletar e assim realizar a detecção dos pontos de vazamento por meio de uma interface computacional.

Assim, o desenvolvimento do protótipo físico pode se dar a partir da definição da natureza dos dados com que se pretende trabalhar. Considerando-se os sinais vibro-acústicos, faz-se necessária a construção de um hardware que possa obter os sinais de forma otimizada, e apta para realizar a coleta em ambientes similares às superfícies onde há as tubulações de água enterradas, assim como o desenvolvimento de software capaz extrair as informações necessárias para a detecção do vazamento.

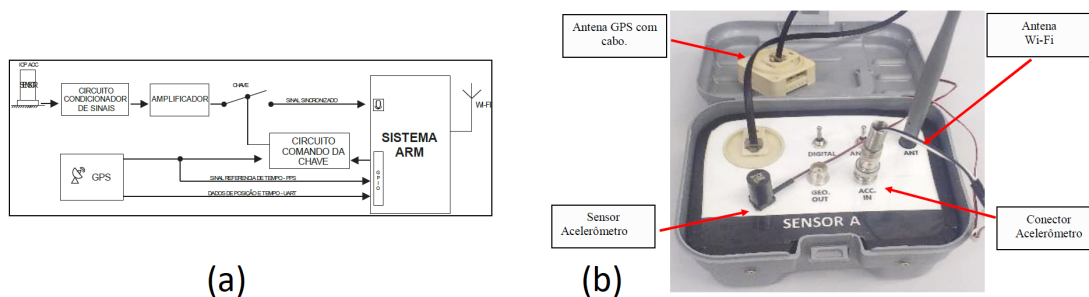
2.1.2.1 Hardware

Na literatura, em busca de soluções tecnológicas consideradas de baixo custo, para aquisição de sinais, considerando as necessidades do projeto, temos o trabalho de [Obata \(2019\)](#), que, em sua investigação de métodos de transmissão e sincronização de sinais, desenvolveu protótipos de coletor de sinais vibro-acústicos. [Obata \(2019\)](#) descarta o uso de geofones como alternativa para captação de vibrações devido a sua sensibilidade não compatível com seu range de experimento. Optando pelo uso de acelerômetros, por se tratar de grandes distâncias, percebeu-se a necessidade de sensores de sensibilidade adequada. Explorando os métodos de transmissão, o autor afirma que a utilização de sistemas e transmissões digitais apresentam como vantagens a possibilidade de reduzir custos e a conexão dos dispositivos à rede, com possibilidade de envio de dados a unidades remotas. Por outro lado, como desvantagem demanda a necessidade de dispositivos de sincronização externa para contornar eventuais atrasos no processo. Em ambos os protótipos desenvolvidos por [Obata \(2019\)](#), foi utilizado o sinal GPS como sinal de sincronização dos dispositivos, variando-se o método de sincronização. O primeiro protótipo, conforme figura 2, é composto por dois conjuntos que realizam a aquisição de dados em pontos distintos, enviando a uma unidade central para processamento e apresentação dos dados.

Os testes do dispositivo apresentaram resultados satisfatórios, validando o método de sincronização externa, entretanto com algumas ressalvas no que se refere ao alto índice de ruídos, problemas com dissipação térmica e consumo de energia.

O segundo protótipo, figura 3, [Obata \(2019\)](#) adota o uso de microcontroladores, permitindo a utilização de recurso conhecido como interrupção externa, o que substitui a

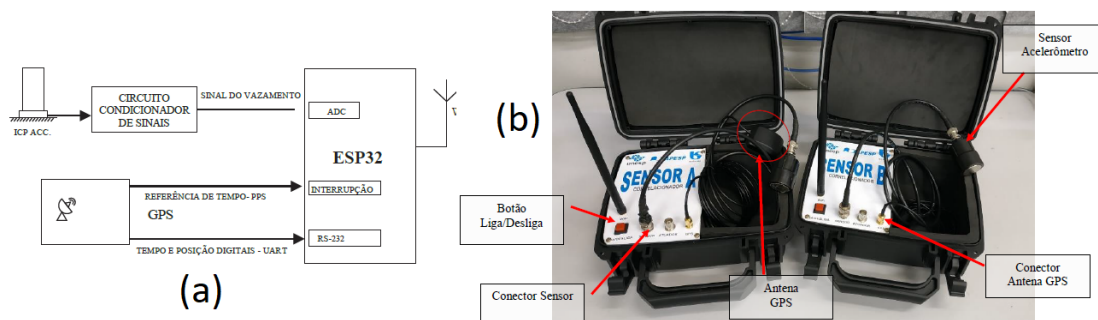
Figura 2 – Protótipo 01 - Obata



Fonte: Adaptado de Obata (2019)

utilização de aplicações que rodam sob sistema operacional em circuitos externos, método utilizado no protótipo anterior. Essa adoção confere maior simplicidade e controle sobre o hardware, apresentando menor consumo de energia e ainda sendo adequado a tarefas mais simples, como é o caso da aquisição e transmissão de sinais para tratamento externo.

Figura 3 – Protótipo 02 - Obata



Fonte: Adaptado de Obata (2019)

Os testes realizados nesse protótipo também apresentaram resultados satisfatórios, validando o método utilizado, que, além de apresentar maior simplicidade, menor índice de ruído e gasto energético, dispensa a necessidade dissipação térmica. Em seus estudos, Obata (2019) comparou o desempenho em aquisição de sinais de seus protótipos com o de um aparato experimental composto pelo sistema LMS Scadas XS e acelerômetros piezoelétricos triaxiais. Nos testes desse sistema, o autor concluiu que a melhor direção para aquisição de sinais é o eixo vertical.

2.1.2.2 Software

Para o tratamento de dados obtidos pela aquisição de sinais, exploram-se na literatura obras com similar natureza. Zadkarami, Shahbazian e Salahshoor (2016) utilizou em seu trabalho rede neurais artificiais (RNA) que possuíam como entrada os momentos estatísticos e coeficientes de Transforma Discreta de Wavelete (TDW) das pressões de

entrada e saída da rede na superfície, para realizar sua detecção. Em uma outra abordagem, [Chuang, Tsai e Wang \(2019\)](#) utilizaram os Mel Frequency Cepstrum Coefficients (MFCC), representações do espectro de potência de curto prazo de um som, que segundo os autores se comportariam similarmente à audição humana, como entradas para três diferentes abordagens de machine learning. Entretanto, percebeu-se que trabalhos com entradas não vibro-acústicas, conseguem realizar apenas uma localização grosseira do vazamento sendo em muitos casos apenas a indicação do ponto do nó na tubulação, ou outro ponto de referência, mais próximo do vazamento, e considerando um contexto mais amplo, mais adequado a sistemas que priorizaram uma visão global da saúde das tubulações. A utilização de variáveis vibro-acústicas, segundo [Kang et al. \(2017\)](#), é mais apropriada à localização de vazamentos, entretanto com restrição a curtas distâncias por necessitar de medições próximas.

Aprofundando-se nos estudos de variáveis vibro-acústicas, alguns trabalhos recorrem à análise dos sinais de forma direta ou indireta (correlação). [Luong e Kim \(2020\)](#) utilizando a Transformada Discreta de Wavelet (TDV) para remover ruídos dos sinais vibro-acústicos (SVA) coletados por sensores em contato com tubo metálico e localizar diretamente os vazamentos. Já [Cody](#) buscou filtrar o SVA utilizando coeficientes de predição linear, assim otimizando o tempo gasto e melhorando os resultados da correlação acústica. [Kang et al. \(2017\)](#) investigaram detecção e localização, inicialmente adotando uma RNA para extrair características do SVA, e comprovar a existência do vazamento, e em seguida, adotando um algoritmo que combina grafos com a correlação acústica, estimar a posição do vazamento.

[Boaventura \(2021\)](#) explora, em seu trabalho, a localização de vazamentos em tubulações enterradas a partir do tratamento de dados de entrada obtidos por meio de *groundsurfacing*, utilizando redes neurais de convolução. Em seu experimento, foi construída uma caixa de testes com intuito de simular um solo com existência de vazamentos em tubos enterrados. Nessa caixa, foi enterrado um tubo com um atuador eletromecânico (o qual simulou diversas intensidades de vazamento), e na superfície do solo foram espalhados diversos pontos de apoio aferição por meio de acelerômetros. [Boaventura \(2021\)](#) em seu experimento utilizou um aparato para aquisição de sinais composto pelo sistema LMS Scadas XS e acelerômetros piezoelétricos PCB 33B uniaxiais, onde em diversas rodadas de aquisição, obteve os dados para a utilização no seu desenvolvimento e teste da RNC.

Segundo, [Boaventura \(2021\)](#), o objetivo da aquisição de sinais é explorar o decaimento exponencial da vibração, visto que como é proporcional a distância, permite-se avaliar a localização do vazamento. Foi verificado empiricamente que esse decaimento é diferente na direção paralela ao tubo quando comparada à direção perpendicular, sendo assim necessário no mínimo três sensores dispostos de forma não colinear para que a RNC seja capaz de comparar os sinais de forma efetiva. O modelo desenvolvido, pelo autor,

Figura 4 – Experimento - Boaventura



Fonte: Adaptado de [Boaventura \(2021\)](#)

programado na linguagem computacional em Python, foi capaz de indicar com 95% de confiança a posição do vazamento, com um Erro Médio Admissível (EMA) de teste de $0,103 \pm 0,0062mm$. O autor afirma que a técnica é promissora, entretanto necessita de mais treino, com dados coletados de diversos ambientes com diferentes condições de solo, compactação, umidade, cobertura, entre outros fatores, para que seja de uso mais preciso e global.

2.2 Análise de Viabilidade Econômica

O sucesso ou o fracasso de um projeto é diretamente ligado ao seu processo de dimensionamento e elaboração, precisando ser criteriosos e levando em consideração parâmetros como a vida útil, custos, demanda (ou receita) previstas. Segundo [Lima \(2019\)](#), é necessário ter atenção ao orçamento de capital, o qual [Gitman, Juchau e Flanagan \(2015\)](#) define como processo de avaliação e determinação de investimentos de longo prazo. Assim, quando se decidir sobre realização de investimentos deve-se atentar para alguns fatores, tais como: impacto da decisão ao longo prazo, riscos assumidos, momento adequado, racionalidade e financiamento do projeto.

2.2.1 Princípios

[Lima \(2019\)](#) afirma que estimar receitas e custos são fatores fundamentais para se obter maior assertividade na análise de investimentos. [Lima e Maria \(2017\)](#), complementam que os mercados consumidores são sensíveis às variações de preços praticados, reagindo

com expansão ou retração de consumo. Esse fenômeno é chamado de elasticidade. Assim, não é tarefa fácil realizar as projeções de entradas e saídas de recursos financeiros, mas uma análise criteriosa e bem elaborada é fundamental para a construção dos fluxos de caixas, que são utilizados na avaliação dos indicadores de viabilidade financeira. Alguns princípios devem ser considerados [Lima \(2019\)](#):

- Somente os fluxos de caixa incrementais ao projeto devem ser analisados, ou seja, nosso interesse serão os fluxos de caixa decorrentes da aceitação do projeto.
- A convenção para os fluxos de caixa é de final de período.
- Existem custos que não serão recuperados ao longo do projeto (custos afundados) e estes não devem ser contabilizados nos fluxos de caixa.
- O custo de oportunidade associado aos recursos que serão empregados no projeto deve ser alocado com base no melhor uso alternativo do bem.
- O valor residual, ou de liquidação do projeto, deve ser estimado de forma consistente.
- A vida útil do projeto é determinada pela duração econômica do empreendimento.

Para que seja possível compreender mais profundamente o assunto, alguns elementos devem ser elucidados:

- Vida útil de projeto – A vida útil de um projeto pode não ser de mesma duração do que as máquinas ou equipamentos necessários para sua execução.
- Investimento inicial - Valor líquido a ser destinado para início do projeto.
- Valor residual – Expectativa de venda dos ativos após o fim da vida útil do projeto.
- Receita – Produto da quantidade vendida e o preço praticado.
- Impostos – Obrigações legais que devem ser levadas em consideração, sendo atreladas à natureza das operações do negócio.
- Custos e Despesas Variáveis – Custos e despesas diretamente ligados à variação de produção ou venda.
- Custos e Despesas Fixas – Custos e despesas que não se alteram diretamente conforme a variação de produção ou venda.
- Depreciação – Contabilização do desgaste de máquinas, instalações e equipamentos ao longo de seu período de utilização na atividade empresarial.

- Custo de Oportunidade de Capital – Remuneração mínima exigida pelos investidores em projetos de investimento, sendo o valor referente ao que se deixa de ganhar para investir em um projeto em detrimento de outro com risco similar.

2.2.2 Precificação

Ha prejuízos decorrentes da má precificação de produtos, pois afeta a margem de lucro quando é baixo e a venda quando é alto, necessitando-se, assim, encontrar um ponto ideal.(SEBRAE, 2020) Os autores alegam que há três principais pontos de partida para a formação de preços: clientes, custos e competidores. Quando se inicia a análise por custos, é necessário entender quais custos são diretamente ligados a ele, e quais são indiretamente necessários para manter, distribuir e vender. Por outro lado, a estratégia de preços dita baseada nos competidores consiste em entender os preços praticados pelos concorrentes com fundamentos similares à sua empresa. E por fim, quando o cliente é o ponto de partida, se torna mais complexa a avaliação, visto que o preço agora é diretamente influenciado por sua percepção de valor, ou seja, influenciado por critérios além do próprio produto ou serviço em si. Assim, destaca-se um fator importante, segundo os autores, que é a sensibilidade dos clientes ao preço, nesse caso sendo como o cliente se comporta com o aumento ou diminuição de preços. Ressalvando que quanto mais alta a sensibilidade dos clientes, mais afinada deve ser sua precificação.

Lima (2019) afirma que tanto demanda quanto preço exigem levantamentos cuidadosos em função do tipo de produto, ou produtos, e a sensibilidade do mercado onde se está inserindo.

Assef (2020) afirma que a formação de preços de venda é uma questão fundamental para a sobrevivência e o crescimento sustentável de uma empresa, independentemente de características como tamanho ou área de atuação. Complementa definindo algumas finalidades da formação correta do preço de venda, como: proporcionar o maior lucro possível, maximizar participação de mercado, otimizar capacidade produtiva e maximizar o capital empregado de modo a perpetuar negócios de modo sustentável.

CREPALDI e CREPALDI (2018) defende que há três principais classes de objetivos em contexto de estratégia de formação de preços:

- Objetivos financeiros: maximização de lucros, recuperação de investimento, ganhos de escala.
- Objetivos mercadológicos: ganho de participação de mercado, escalar vendas e criar interesse pelo produto.
- Objetivos estratégicos: evitar entrada de concorrentes, reduzir sensibilidades de preços dos clientes e ser líder de mercado em preços e coerência.

Slongo (2012), em seu trabalho, estuda a formação de preços no setor industrial. No cerne de sua pesquisa, afirma que a maximização de lucros a longo prazo tem um papel relevante para a correta formação do preço de venda. Santos (2000) aponta alguns fatores importantes para que isso ocorra: a oferta do produto em relação ao que mercado necessita, a existência ou inexistência de alternativas aos seus produtos com preço mais competitivos, a demanda esperada, o mercado em que se pretende ingressar, níveis de produção e vendas esperados, custo de fabricação, administração e comercialização do produto.

Santos (2000) desenvolve, em sua obra, que quando se trata de produtos industrializados, os custos marginais de vendas, também chamado de custos variáveis, são constituídos de: matéria prima, embalagem, comissão de vendas e custos indiretos de fabricação. Os principais impostos são: IPI – Imposto sobre Produtos Industrializados, ICMS – Imposto sobre Circulação de Mercadorias, PIS – Programa de Integração Social e COFINS – Contribuição para Financiamento de Seguridade Social. Já os custos fixos são exemplificados em: salários, encargos sociais, depreciação, pró-labores e manutenção geral. E por fim, afirma que o Lucro é igualado à remuneração do capital investido.

Bruni (2006) sumariza em três possíveis processos, a formação de preço:

- Processo dos Custos – De aplicação mais simples, consiste basicamente em agregar uma margem padrão de lucro, ou Mark-up (estabelecida pela empresa), ao valor dos custos. Entretanto é limitado por não se considerar a demanda do produto.
- Processo da Concorrência – Neste processo, baseia-se a formação do preço nos preços e nas expectativas de valor que os concorrentes praticam, com pouca atenção para a demanda dos produtos e os custos imbuídos.
- Processo do Consumidor – De modo mais subjetivo, é o processo onde é necessário se levar em conta a percepção de preço do consumidor, ou seja, quanto ele estaria disposto a pagar pelo produto em determinada situação.

2.2.3 Indicadores financeiros

Na análise financeira de um projeto existem diversos indicadores para a avaliação de projetos, dos quais se destaca: Payback, Valor Presente Líquido, Índice de Rentabilidade e Taxa Interna de Retorno. Esses indicadores ajudam a enxergar a viabilidade ou não do projeto. (LIMA, 2019)

- Payback Simples – Uma das ferramentas mais simples, porém bastante utilizada, o payback define-se como o período necessário para que o fluxo de caixa do projeto retorne o valor investido no projeto. Na literatura não existe nenhuma definição absoluta de tempo de payback, entretanto usualmente se estabelece como padrão que esse esteja compreendido no prazo de vida útil do projeto.

- Payback Descontado – O Payback simples não leva em consideração o valor do dinheiro no tempo. Para isso foi desenvolvido esse método que corrige, utilizando a taxa de custo de capital do investimento. Em ambos os métodos, há a limitação de que se considera apenas a vida útil do projeto como tempo de avaliação.
- Valor Presente Líquido (VPL) – É um método que atualiza os valores dos fluxos de caixa do futuro ao presente, pela taxa de custo de capital da empresa. Assim, considerando a vida útil do projeto, quanto maior for o VPL, mais bem avaliado será o projeto.

$$VPL = \sum_{i=1}^n \frac{FC_i}{(1 + CC)^i} + FC_0 \quad (2.1)$$

onde VPL é o valor presente líquido. O critério de aceitação do projeto através do VPL, é que esse indicador seja igual ou maior que zero.

- Índice de Rentabilidade – Indicador que mede quantas vezes o investimento de entrada do projeto foi recuperado pelo investidor. Em linhas gerais, diz quantos reais o investidor recebeu para cada real investido.

$$IRE = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{FC_i}{(1+CC)^i}}{FC_0} \quad (2.2)$$

Onde IRE é o índice de rentabilidade. Já a condição de aceitação do projeto através da IRE, é que esse indicador seja maior ou igual a 1.

- Taxa Interna de Retorno (TIR) – A TIR é definida como a taxa que se obtém um fluxo de caixa onde se iguala o VPL a zero. Dessa maneira, quanto maior a TIR mais bem avaliado será o projeto. Vide fórmula 2.3. É considerado um dos indicadores mais complexos de se avaliar, quando são considerado diversos fluxos de caixas, que modificam a fórmula para equações polinomiais. Em diversas situações, as empresas e empresários podem ter que escolher um projeto em detrimento de outro, assim gerando uma concorrência entre eles. Considerando os indicadores supracitados, vê-se que a preferência deve ser dada àqueles que apresentem melhores condições de retorno, ou seja, melhores TIRs, maiores VPLs e menor prazo de retorno.

$$VPL = \sum_{i=1}^n \frac{FC_i}{(1 + TIR)^i} = 0 \quad (2.3)$$

onde TIR é a Taxa Interna de Retorno. O critério de aceitação pela TIR, advém do efeito que provoca no VPL. Assim, uma TIR igual ou maior que o custo de capital, representa uma condição de aceitação.

Além disso, em países como o Brasil, onde os efeitos inflacionários são relevantes e podem impactar o fluxo de caixa, é necessário considerar a inflação como um fator na análise da viabilidade do projeto. Assim, dessa maneira podemos corrigir o custo de capital pela fórmula:

$$CC_{Real} = \frac{1 + CC_{Nominal}}{1 + Inf} - 1 \quad (2.4)$$

onde CC_{Real} é a taxa custo de capital real, $CC_{Nominal}$ é o custo de capital nominal e Inf é a taxa de inflação.

Segundo [Assef \(2020\)](#) existe uma lacuna na bibliografia brasileira na área de formação de preços, possivelmente causado pelos seguintes anos de alta inflação, o que fez que o preço fosse um fator negligenciado em relação à importância das aplicações e prazos de negociação.

3 Materiais e Métodos

Neste capítulo será abordado como foi realizado o mapeamento de mercado para conhecimento mais aprofundado de possíveis clientes e concorrentes, além de definir como foi feita a elaboração de propostas de protótipos e os custos inerentes a cada um, e por fim, quais foram os procedimentos adotados para avaliar a viabilidade econômica dos dispositivos.

3.1 Mapeamento de Mercado

Para o mapeamento de mercado, iniciou-se com a pesquisa em literatura que, além de fornecer insights, foi uma ótima maneira de ser montar uma boa fundamentação para novas pesquisas, entretanto os dados são estáticos e podem não ser tão compatíveis com o contexto esperado. Já o exercício de *brainstroming*, impersonando o papel de possíveis clientes em um exercício imaginativo, fornece uma visão em primeira mão de tarefas, dores e ganhos do consumidor, entretanto esse exercício apresenta a limitação de correr o risco de fornecer insights que podem não ser representativos do consumidor real.

Além disso, realizou-se uma pesquisa de mercado através de questionários, contatos por e-mail e ligações, junto aos possíveis clientes e concorrentes. A ideia é buscar validação, ou pivotagem, para as hipóteses iniciais adotadas e compreender com maior profundidade o mercado.

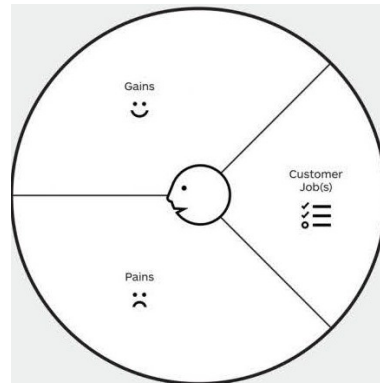
3.1.1 Clientes

Um importante passo para conhecer o mercado é a determinação do perfil ou perfis dos consumidores aos quais se pretende atender. [Osterwalder et al. \(2014\)](#) citam algumas maneiras de se obterem insights sobre o consumidor, das quais um mix de opções foi utilizada a seguir. Optou-se por nortear a pesquisa de mercado em dois principais possíveis consumidores: Concessionárias de Águas e as Empresas de "Caça-Vazamentos".

Os questionários elaborados para a pesquisa de mercado estão dispostos nos ANEXOS [A](#) e [B](#).

Com base nos dados obtidos foi realizada a estruturação dos perfis de clientes com o uso da ferramenta de perfil de consumidor, conforme a figura [5](#):

Figura 5 – Perfil do Consumidor



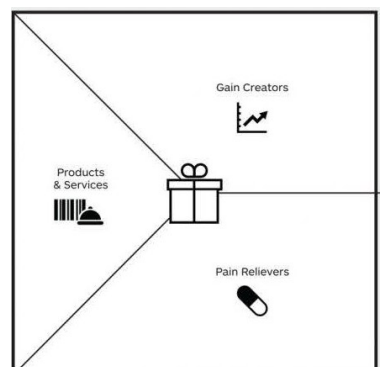
Adaptado de <https://www.stattys.com/en/bmg-vp-cp-canvas-without-trigger>

3.1.2 Concorrentes

O sucesso de um produto, como apresentado na revisão bibliográfica, não depende apenas da sua capacidade de cumprir uma função, mas também se é capaz de atender às necessidades dos clientes e se há espaço no mercado que pode ocupar. Assim, pesquisaram-se alternativas de tecnologias existentes no mercado brasileiro, que possam exercer concorrência ao dispositivo proposto. Além de preço, buscou-se reunir os diferenciais e características desses produtos, a fim de permitir uma comparação futura.

O Mapa de valor, vide figura 6, apresenta-se como uma opção de ferramenta para sumarizar as informações obtidas e reunir insights.

Figura 6 – Mapa de Valor



Adaptado de Fonte:<https://www.stattys.com/en/bmg-vp-vm-canvas-without-trigger>

3.2 Processo de Análise de Viabilidade

Para a construção de um produto mínimo viável de um dispositivo de localização de vazamentos, fez-se necessário deliberar sobre seu processo construtivo em duas principais vertentes: hardware e software. Optou-se pelo uso dos hardwares de aquisição de sinais

propostos por [Obata \(2019\)](#) e pela RNC de análise de dados proposta por [Boaventura \(2021\)](#) como bases do MVP, dada a compatibilidade observada. [Obata \(2019\)](#) comparou os desempenhos de seus protótipos com um aparato de testes composto pelo sistema LMS Scadas XS e acelerômetros piezoelétricos, com resultado satisfatório, enquanto [Boaventura \(2021\)](#) utilizou aparato similar como sistema de aquisição de sinais para o treino e testes de sua RNC.

Assim, nas subseções abaixo é descrito o esquemático, lista de componentes e características de cada modelo. Em ambos os casos foram cotados os preços dos componentes, além de possíveis máquinas, serviços, outros fatores e investimentos iniciais e custos inerentes à sua industrialização, de modo a reunir informações para sua precificação. Considerando que as informações obtidas do mercado não permitem uma precificação com base na demanda ou valoração por parte do consumidor, por falta de informações mais completas, optou-se por adotar um método de precificação misto, por meio de custos e preços praticados por concorrentes.

3.2.1 Propostas de MVP

Uma das primeiras considerações a serem feitas para construção do modelo 01, o qual também será útil ao modelo 02, é o uso de três unidades de aquisição de sinais, visto que [Boaventura \(2021\)](#) afirma que é o número mínimo de sensores necessários para o funcionamento com maior exatidão de sua RNC. Um número maior de sensores poderia fornecer resultados ainda melhores, entretanto mais sensores podem representar um custo superior ao ganho de precisão obtido. Outra consideração feita é que com alguns ajustes, devido às características amigáveis da linguagem de programação Python, o código-fonte de [Boaventura \(2021\)](#) pode ser adaptado em uma versão preliminar de software, o que condiz com a qualidade de MVP. Por toda via, é considerado que para concretização desse código-fonte em um software comercializável, serão necessários investimentos em desenvolvimento de sistemas. Uma pesquisa de mercado desses custos foi realizada.

Assim, propõe-se um modelo de MVP composto por três unidades de aquisição de sinais, os quais fornecerão dados para serem analisados em um software com base em Python. De modo a poupar custos, acredita-se que não seja necessário fornecer nesse estágio um dispositivo externo de processamento de dados, bastando fornecer o aplicativo para utilização em notebooks ou tablets.

A tabela com a lista de componentes baseada no primeiro protótipo proposto por [Obata \(2019\)](#) é disposta na tabela 1:

Tabela 1 – Lista de Componentes - Protótipo 01

Referência	Quantidade
Orange Pi Zero	3
Acelerômetro 100 mv/g	3
Circuito Integrado LM317	3
Amplificador Operacional LM358	3
Módulo GPS	3
Baterias do Tipo 18650	12
Conversor DC-DC	3
Maleta Anti-Impacto	3
Cooler DC	3

Fonte: Próprio Autor

Ressalva-se que foi adicionada mais uma unidade de bateria e cooler para resfriamento que visam corrigir alguns das deficiências apontadas.

Já a lista de componentes baseada no segundo protótipo proposto é disposta na tabela 2, e os processo de cotação são repetidos.

Tabela 2 – Lista de Componentes - Protótipo 02

Referência	Quantidade
Microcontrolador ESP32	3
Acelerômetro 100 mv/g	3
Circuito Integrado LM317	3
Amplificador Operacional LM358	3
Módulo GPS	3
Baterias Lítio (Powerbank)	3
Conversor DC-DC	3
Maleta Anti-Impacto	3
Miscelâneas	1

Fonte: Próprio Autor

Com base nos processos necessários de construtibilidade dos modelos, estimou-se o maquinário e recursos necessários, como a patente, conforme Tabela 3. Além disso, estabeleceu-se o que se acredita serem os custos fixos que serão inerentes da estrutura necessária para a produção do dispositivo. Para mão de obra sugere-se a contratação de dois profissionais que poderiam trabalhar em conjunto no desenvolvimento do protótipo: um analista de desenvolvimento de sistemas, que seria responsável pelo aprimoramento do software e seu suporte técnico, e um técnico em eletrônica para a construção do hardware. Será considerado que o investidor, além de dinheiro, investirá capital intelectual para gestão da empresa e vendas. A lista de custos fixos está disposta na tabela 15. A cotação de valores é apresentada no próximo capítulo.

Tabela 3 – Lista de Investimentos Iniciais

Referência	Quantidade
Estação de Solda e Retrabalho	1
Osciloscópio	1
Custos inicial de Patentes	1
Notebook	1
Custos do MVP de Testes	1
Sistema de Aquisição de Dados	1

Fonte: Próprio Autor

Tabela 4 – Custos Fixos

Referência
Anuidade de Patente
Aluguel, Luz, Internet e Água
Salário - Analista de Desenvolvimento de Sistenas
Salário - Técnico em Eletrônica
Salário - Gestor / Engenheiro
Escritório de Contabilidade

Fonte: Próprio Autor

3.2.2 Análise dos Indicadores

Na bibliografia é estabelecido que o ponto inicial para o uso dos indicadores, e posterior avaliação de viabilidade de projetos, é o fluxo de caixa. Na tabela abaixo é estabelecido o modelo que será seguido:

Tabela 5 – Fluxo de Caixa - Modelo

	2022	2023	2024	2025	2026
Custo Unitário		R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Valor de Venda Unitário		R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Demanda					
Receita	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
(-) Custo Variável de Produção	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
(=) Lucro Bruto	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
(-) Impostos Simples Nacional	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
(-) Custo Fixos		R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
(=) Lucro Líquido	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Investimento	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
(+) Capital de Giro	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Total de Saídas	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Fluxo de Caixa Líquido	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Fluxo de Caixa Líquido (Descontado)	R\$ -	R\$ -	R\$ -		

Fonte: Próprio Autor

A tabela é dividida em três seções:

- Composição de Receitas - Onde o custo unitário corresponde ao custos de componentes necessários para a produção de uma unidade do protótipo, o valor de venda representa os custos unitários acrescidos da margem de lucro, a demanda é a quantidade de unidades que se projeta vender e a receita representa o produto entre a demanda e o valor de venda.
- Contabilização de Lucro Líquido - Aqui os custos variáveis de produção são o produto entre o custo unitário e a demanda, o lucro bruto representa a receita decrescida dos custos variáveis. No Regime Tributário Simples Nacional, os impostos incidem na receita da industrialização e comercialização dos produtos, os custos fixos representam os custos como salários, aluguel, contabilidade e anuidade de patentes, e o lucro líquido corresponde ao lucro bruto decrescido de custos fixos e impostos.
- Investimentos - Essa seção refere-se a investimentos em infraestrutura, sendo iniciais quando no ano zero, reinvestimento ou nova captação de investidores nos anos

seguintes, e o capital de giro que pode ser advindo de empréstimos ou investidores para a movimentação de caixa e estoque.

O cálculo dessas seções resultam no fluxo de caixa líquido. O fluxo de caixa líquido descontado difere-se por se levar em consideração a desvalorização do dinheiro no tempo e o retorno ao investidores.

Os investidores utilizam a Taxa Selic, a taxa básica de juros da economia, como um custo de capital de referência visto que os títulos do Tesouro Direto Selic são seguros e oferecem boa rentabilidade. (NOW, 2019) A projeção para o ano de 2022 da Taxa Selic é 11,75% ao ano. (ESTADÃO, 2022) Já a inflação acumulada no ano de 2021, a qual para fins de cálculo será estabelecida como fixa para os próximos anos, é de 10,06%. (TUON, 2022). Assim, utilizando a equação 2.4, foi calculado o custo de capital real que será utilizado nos indicadores.

Estabelecidos os custos fixos, custos variáveis e investimentos iniciais, faz-se necessário estabelecer alguns pontos cruciais: capital de giro, preço de venda e demanda. Optou-se por realizar os cenários de fluxos de caixa somente do segundo protótipo, considerando que ambos possuem desempenho satisfatório, e, como evidenciado no próximo capítulo, é mais barato de produzir. De capital de giro, sugere-se ao menos 6 meses de custos fixos, tempo arbitrado como suficiente para a que a equipe desenvolva um protótipo de MVP funcional para a comercialização.

Considerando que um dos critérios possíveis para aprovação de um projeto de investimento, é que o VPL seja ≥ 0 , é necessário um cenário de um arranjo de demanda e preço de venda compatíveis. Conforme será discutido no próximo capítulo, não foi possível mensurar em um primeiro momento qual seria a demanda de um dispositivo com essas características, entretanto foi possível obter os preços médios de soluções concorrentes.

Assim, serão gerados alguns cenários de demandas, fixando o preço como um subproduto da necessidade de se atender a demanda e cumprir com $TIR = \text{Custo de Capital Real}$. A viabilidade econômica será avaliada de acordo com a comparação dos preços mínimos do dispositivo proposto em cada cenário com as das soluções existentes.

- Cenário A - Preço Fixo com a inflação, demanda inicial e fixa em 12 unidades por ano.
- Cenário B - Preço Reajustado com a inflação, demanda inicial e fixa em 12 unidades por ano.
- Cenário C - Preço Fixo, demanda inicial em 12 unidades, e dobrando a cada ano.
- Cenário D - Preço Reajustado com a inflação, demanda inicial em 12 unidades, e dobrando a cada ano.

4 Resultados

Neste capítulo serão apresentados e discutidos os perfis de clientes e concorrentes, obtidos por meio da pesquisa de mercado, assim como os cenários utilizados para a análise de viabilidade econômica do dispositivo.

4.1 Mapeamento de Mercado

Algumas premissas básicas foram adotadas neste estudo:

1. As perdas de água potável durante a distribuição causam enormes prejuízos econômicos e ambientais e devem ser combatidas.
2. As concessionárias de águas identificam esse mesmo problema e buscam soluções.
3. As soluções atuais são lentas e pouco eficientes, ou caras e inacessíveis para a realidade da maioria dos municípios.
4. As tecnologias que adotam *groundsurfacing* se valem ainda de trabalho braçal e expertise de colaboradores altamente treinados.
5. Existem poucas, ou raras, tecnologias nativas brasileiras no mercado.
6. As empresas de "caça-vazamentos" podem se beneficiar da tecnologia proposta, integrando-a a seu portfólio de serviços junto às concessionárias.

4.1.1 Perfis de Clientes

Na formulação dos perfis de clientes, priorizam-se dois perfis que demonstraram tendências maiores de aptidão à tecnologia de detecção de vazamento: Concessionárias de Águas e as Empresas de "Caça-Vazamentos".

Os dados apresentados pelo [Ministério do Desenvolvimento Regional \(2019\)](#), demonstram que a população de concessionárias de água é composta por autarquias públicas, mistas e de empresas de natureza privada. Optou-se por buscar entrar em contato com o maior número possível de empresas, entre junho a dezembro de 2020, de modo a aumentar a obtenção de dados e representatividade da população. É necessário ressaltar as dificuldades encontradas para a realização desse contato. As informações de contato, em ambas as categorias, são escassas e quando há, não existe garantia de que haverá devolutivas. Um outro agravante em relação às empresas de natureza pública foram as eleições municipais, as quais geraram rejeição no compartilhamento de informações antes e depois. Casos como os

de municípios sofrendo por escassez hídrica foram comuns no período de pré-eleição, além de casos de mudanças de liderança e equipe nas concessionárias no período de transição de poder.

Foram obtidos 5 respostas, todas das autarquias públicas. Acredita-se que, como foi uma abordagem de estudos, a prioridade para respostas foi baixa. Uma nova abordagem, já com intuito comercial, poderá ser mostrar mais produtiva. As respostas ao questionário foram compiladas no Anexo C.

Na pesquisa relacionada às prestadoras de serviço, foram identificadas diversas empresas que atuam no segmento de "caça-vazamentos", entretanto, em sua grande maioria o enfoque é em vazamentos residenciais. Apesar da diferença com o público-alvo pretendido, insistiu-se no contato devido à similaridade das tecnologias adotadas na "caça de vazamentos", além de poderem fornecer insights de um mercado correlato ao que se pesquisa. Entrou-se em contato com 20 prestadoras de serviço e recebeu-se apenas uma resposta de que o questionário seria analisado. Novamente, compreende-se que um enfoque comercial poderá permitir uma reciprocidade com maior entusiasmo.

Reforçou-se a busca de empresas que realmente prestam serviços às concessionárias de água, entrando em contato com blogs e empresas especializadas em áreas de saneamento e similares, requisitando indicações e referências. Foram destacadas três principais expoentes: SmartAcqua, Suez e Miya. Foi realizado o contato com todas elas, obtendo sucesso com a Suez, representada pelo Sr. Ricardo Popov, Gerente de Desenvolvimento de Novos Negócios. Foi realizada em 25 de março de 2021, uma reunião virtual em que o Sr. Popov gentilmente respondeu a diversos questionamentos e forneceu informações relevantes sobre esse mercado.

Os pontos de destaque foram:

- Empresas que buscam prestar serviços para companhias de saneamento, como a SABESP, necessitam ter várias certificações. Essas certificações são fornecidas pela ABENDI.
- Está havendo mudanças na legislatura, o que vai permitir um maior espaço no mercado de concessionárias de águas para empresas privadas, as quais não possuem tantas exigências burocráticas em comparação às autarquias públicas.
- Uma das formas de provar valor para empresas privadas é mostrando que a aquisição e o uso do dispositivo são capazes de diminuir os custos operacionais com bom retorno de investimento.
- Destacou que a possibilidade de uma tecnologia embarcada com a rede neural para uso em campo é atrativa e que a comunicação GPRS pode ser útil.

- Sugeriu que a prestação de serviços pode ser algo a ser adicionado ao modelo de negócio.
- Reforçou que as regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste possuem microrregiões que a perda por vazamento pode chegar a absurdos 60%.

E, por fim, deixou o contato aberto para que, no futuro, caso fosse de interesse, o dispositivo fosse testado em seus campos de testes em suas instalações.

Na tabela 6 e 7, são descritos as tarefas, as dores e os ganhos desses perfis de consumidores montados preliminarmente:

Tabela 6 – Perfil do Cliente - Concessionárias de Águas

<p>Tarefas do Consumidor</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Operar, manter, conservar e explorar os serviços de água, esgoto e drenagem pluvial. ▪ Estudar, projetar e executar obras em relação à construção, ampliação e modelação dos sistemas públicos. ▪ Demonstrar, para o público e mídia, o comprometimento com ações sustentáveis.
<p>Dores do Consumidor</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Perdas de recursos hídricos e financeiros devido a "gatos" e vazamentos. ▪ Dificuldades de identificação dos vazamentos com velocidade. ▪ Necessidade de realização de manutenções corretivas urgentes. ▪ Dificuldade de treinamento e contratação de profissionais qualificados. ▪ A maioria das tubulações não possui acesso fácil.
<p>Ganhos do Consumidor</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Que haja meios efetivos para detectar os vazamentos. ▪ Que os custos para a equipe de detecção de vazamentos não sejam altos. ▪ Que a dificuldade para o treinamento de uso do ferramental não seja alta. ▪ Que não seja necessária a alteração da infraestrutura para o uso da ferramenta.

Fonte: Próprio Autor

Tabela 7 – Perfil do Cliente - Caça-Vazamentos

Tarefas do Consumidor	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Realizar a detecção de vazamentos de água, esgoto e gás de forma rápida; ▪ Realizar reparos de tubulações afetadas; ▪ Vender equipamentos relacionados de qualidade;
Dores do Consumidor	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gasto alto com equipamentos pouco efetivos; ▪ Venda de equipamentos de baixa qualidade; ▪ Falta de assistência técnica;
Ganhos do Consumidor	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fornecedores de confiança; ▪ Atendimento e suporte rápido e confiável; ▪ Poupar custos e recursos humanos ao realizar o serviço mais rápido; ▪ Treinamentos direcionados e completos;

Fonte: Próprio Autor

É importante ressaltar que ambos os perfis devem passar por revisões conforme mais dados forem sendo adquiridos, de forma a torná-los mais objetivos e fidedignos à realidade.

4.1.2 Perfis dos Concorrentes

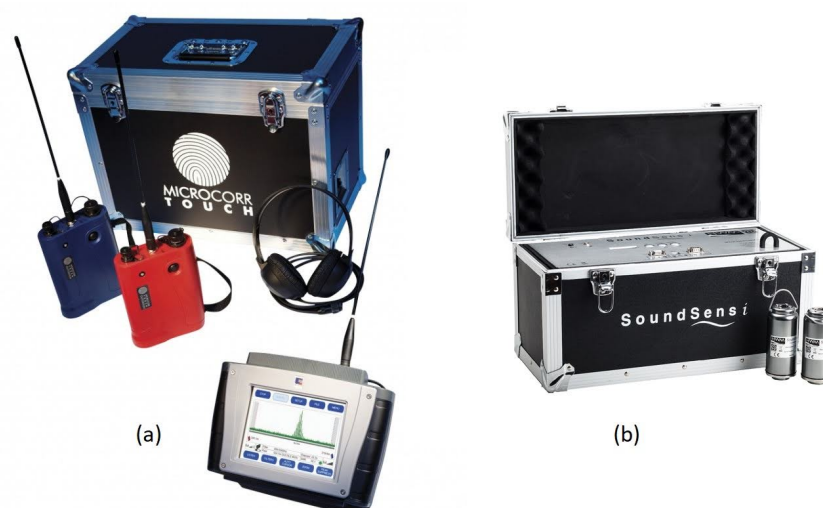
Na pesquisa sobre possíveis concorrentes, foram encontradas diversas alternativas para cada tecnologia citada na introdução deste trabalho, destacando-se geofones e correlacionadores. Identificaram-se tanto tecnologias importadas, quanto tecnologias de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) brasileiras. Entre as tecnologias importadas, destaca-se: MicroCorr Touch e o SoundSens.

O MicroCorr Touch é um correlacionador acústico *standalone*, ou seja, que não necessita de outro dispositivo para análise dos dados coletados. Sua interface é considerada intuitiva, e possui um guia passo a passo em sua utilização. Possui um sistema de filtro inteligente, que possui 55 diferentes combinações, avaliando instantaneamente a qualidade dos resultados, ao vivo ou pré-gravado, até a melhor combinação. Suas estações de coleta, as quais devem estar diretamente posicionados na superfícies das tubulações, possuem alta

qualidade de rádio transmissão, além de possuir um *case* de design robusto que permite o carregamento paralelo de todos os seus componentes. O valor apresentado em cotações foi de R\$ 153.000,00.

Já o SoundSens, também um correlacionador acústico, é um *case* composto por um receptor de sinais e por vários *loggers* com conexão infravermelho. Projetadas para avaliações mais longas, os *loggers* possuem capacidade de bateria e arquivo de dados para uma semana. O receptor possui rotinas programáveis para gravações diurnas e noturnas, além de permitir o download simultâneo dos *loggers* que não demandam conexão física. A avaliação dos dados recebidos necessitam de processamento externo. Nas cotações, obteve-se o preço médio de R\$ 137.000,00.

Figura 7 – Alternativas Tecnológicas - Correlacionador de Sinais



(a) MicroCorr Touch, (b) SoundSens

Adaptado de Fonte: <https://www.hwmglobal.com/>

Com base em suas descrições, e dos datasheets, pode-se mapear o mapa de valor, conforme as tabelas, respectivamente, abaixo:

Tabela 8 – Mapa de Valor - MicroCorr Touch

Produtos e Serviços	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dispositivo de localização de vazamento de fácil utilização.
Aliviadores de Dores	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Permite visualização dos dados inclusive em ambientes luminosos. ▪ Reduz o número de análises ao expandir o espaço avaliado devido às suas unidades com alta qualidade de transmissão. ▪ Diminui a necessidade de transporte devido à sua compactação.
Geradores de Ganho	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Permite a análise do dados obtidos em campo, não necessita de periférico externo. ▪ Admite dados ao vivo como também dados gravados. ▪ Interface intuitiva. ▪ Possui um "expert" em sua programação, otimização dos filtros.

Fonte: Próprio Autor

Tabela 9 – Mapa de Valor - Soudsens

Produtos e Serviços	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dispositivo inteligente de captação de dados de sinais vibro-acústicos.
Aliviadores de Dores	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Não possui necessidade de conexão física com o dispositivo, conexão via infravermelho. ▪ Permite a programação de gravações diurnas e noturnas de forma rápida, evitando perda de tempo.
Geradores de Ganho	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Permite a captação de dados simultâneos de vários loggers. ▪ Possui capacidade de arquivar dados até de uma semana. ▪ Expectativa de vida da bateria de 5 anos.

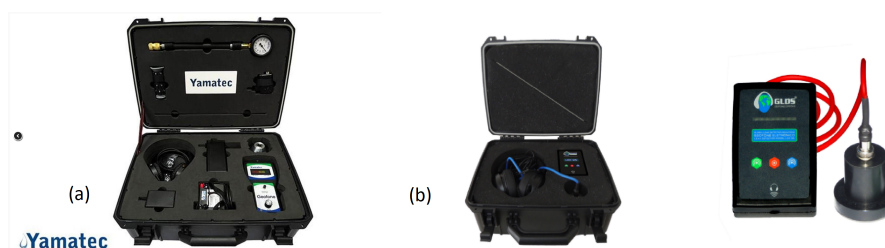
Fonte: Próprio Autor

Já em relação às tecnologias produzidas em solo brasileiro, destacam-se duas empresas: a YAMATEC e a GLDS. A Yamatec, empresa de Mairinque/SP, é uma fabricante

brasileira de equipamentos de detecção de vazamentos. Em seu portfólio, possui 6 modelos de geofones eletrônicos, além de acessórios. Seus modelos são projetados para atender necessidades residências e de saneamento. Foi cotado o modelo TEC 0506, por ser seu modelo mais robusto, no valor de R\$ 5.320,00.

A GLDS, abreviatura de Global Leak Detection Solutions, é fabricante de equipamentos de Porto Alegre/RS. Possuindo 2 modelos de geofones eletrônicos, hidrofone e acessórios em seu portfólio, a GLDS também oferece cursos de detector de vazamentos, além de consultoria e assistência técnica na área hídrica. Optou-se por avaliar o modelo GLDS LD-25, o qual possui uma CPU digital controlada por microprocessador que analisa o som gerado pelo vazamento em tempo real, possuindo um ajuste automático à melhor frequência e volume adequado, facilitando ao operador determinar com precisão o local exato do vazamento. O valor cotado para esse modelo foi de R\$ 19.600,00.

Figura 8 – Alternativas Tecnológicas - Geofones Eletrônicos



Adaptado de Fonte: <https://www.yamatec.com.br/> e <https://glds.com.br/>

Assim, os mapas de valores dessas alternativas são descritos abaixo:

Tabela 10 – Mapa de Valor - Yamatec 0506

Produtos e Serviços	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Geofone Eletrônico robusto para uso de fins de saneamentos.
Aliviadores de Dores	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Capta vazamentos em até 3 metros de profundidade. ▪ Não necessita acesso à tubulação.
Geradores de Ganho	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sensor permite a captação na vertical e horizontal. ▪ Componentes eletrônicos embarcados auxiliam o apontamento de pontos de preocupação.

Fonte: Próprio Autor

Tabela 11 – Mapa de Valor - GLDS LD 25

Produtos e Serviços	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Geofone eletrônico com auxílio digital de microprocessador embarcado.
Aliviadores de Dores	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Possui ajuste digital automático de frequência e volume em seu geofones, não precisando de regulagens manuais complicadas de frequência. ▪ Baterias com autonomia de 25 horas.
Geradores de Ganho	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Visor de LCD com status e informações que auxiliam os operadores de pouca experiência. ▪ Uso de placas de circuitos com tecnologia SMD, imune a interferências e ruídos eletromagnéticos.

Fonte: Próprio Autor

4.2 Análise de Viabilidade Econômica

Com as cotações realizadas, foi possível estimar os custos unitários dos protótipos, conforme é possível ver abaixo nas tabelas:

Tabela 12 – Custo Unitário - Protótipo 01

Referência	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
Orange Pi Zero	3	R\$ 380,00	R\$ 1.140,00
Acelerômetro 100 mv/g	3	R\$ 1.290,00	R\$ 3.870,00
Circuito Integrado LM317	3	R\$ 14,50	R\$ 43,50
Amplificador Operacional LM358	3	R\$ 9,29	R\$ 27,87
Módulo GPS	3	R\$ 70,59	R\$ 211,77
Baterias do Tipo 18650	12	R\$ 14,99	R\$ 179,88
Conversor DC-DC	3	R\$ 19,97	R\$ 59,91
Maleta Anti-Impacto	3	R\$ 390,90	R\$ 1.172,70
Cooler DC	3	R\$ 18,00	R\$ 54,00
Miscelâneas	1	R\$ 200,00	R\$ 200,00
TOTAL			R\$ 6.959,63

Fonte: Próprio Autor

Tabela 13 – Custo Unitário - Protótipo 02

Referência	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
Microcontrolador ESP32	3	R\$ 42,20	R\$ 126,60
Acelerômetro 100 mv/g	3	R\$ 1.290,00	R\$ 3.870,00
Circuito Integrado LM317	3	R\$ 14,50	R\$ 43,50
Amplificador Operacional LM358	3	R\$ 9,29	R\$ 27,87
Módulo GPS	3	R\$ 70,59	R\$ 211,77
Baterias Lítio (Powerbank)	3	R\$ 25,90	R\$ 77,70
Conversor DC-DC	3	R\$ 19,97	R\$ 59,91
Maleta Anti-Impacto	3	R\$ 390,90	R\$ 1.172,70
Miscelâneas	1	R\$ 200,00	R\$ 200,00
TOTAL			R\$ 5.790,05

Fonte: Próprio Autor

Corroborando o afirmado por [Obata \(2019\)](#), a substituição da unidade computacional por microcontrolador barateou o sistema. No cenário apresentado, representou uma economia de quase R\$ 1.200,00. Logo, opta-se pela utilização do segundo protótipo nas próximas etapas.

Os custos dos investimentos iniciais necessários são apresentados na tabela [14](#).

Tabela 14 – Investimentos Iniciais

Referência	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
Estação de Solda e Retrabalho	1	R\$ 1.348,50	R\$ 1.348,50
Osciloscópio	1	R\$ 3.441,00	R\$ 3.441,00
Custos inicial de Patentes	1	R\$ 518,00	R\$ 518,00
Notebook	1	R\$ 3.099,00	R\$ 3.099,00
Custos do MVP de Testes	1	R\$ 5.790,05	R\$ 5.790,05
Sistema de Aquisição de Dados	1	R\$ 30.000,00	R\$ 30.000,00
TOTAL			R\$ 44.196,55

Fonte: Próprio Autor

Em seguida, apresentam-se os custos fixos em termos de mês e ano, conforme a tabela [15](#).

Tabela 15 – Custos Fixos

Referência	Valor Mensal	Valor Anual
Anuidade de Patente		R\$ 312,00
Aluguel, Luz, Internet e Água	R\$ 2.000,00	R\$ 24.000,00
Salário - Analista de Desenvolvimento de Sistemas	R\$ 5.471,79	R\$ 65.661,48
Salário - Técnico em Eletrônica	R\$ 1.917,03	R\$ 23.004,36
Salário - Gestor / Engenheiro	R\$ -	R\$ -
Escritório de Contabilidade	R\$ 250,00	R\$ 3.000,00
TOTAL	R\$ 9.638,82	R\$ 115.977,84
Escritório de Contabilidade		

Fonte: Próprio Autor

Assim, pode-se dar início ao desenvolvimento dos fluxos de caixas. Utilizando a equação 2.4 e os índices dos indicadores, obtemos a taxa de custo de capital de 13,29%.

Os fluxos de caixas de cada um dos cenários foram dispostos no Anexo D.

Algumas situações podem ser observadas avaliando o comportamento do fluxo de caixa: o valor de venda do dispositivo diminui conforme a demanda aumenta, e o valor venda inicial é superior quando se estabelece uma política de vendas com preço congelados, em comparação ao preços iniciais em cenários onde os preços são reajustados.

Obteve-se um valor mínimo de venda unitário entre R\$ 11.518,35 e R\$ 28.358,01. Essa faixa de preços exige a necessidade de se possuir mais clareza quanto à demanda e política de preços, visualizando a formalização de um modelo de negócios mais robusto.

Com as considerações feitas sobre o dispositivo e os recursos que podem ser oferecidos, o mapa de valor do dispositivo pode ser formulado conforme a tabela 16.

Tabela 16 – Mapa de Valor- Modelo 02

Produtos e Serviços	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dispositivo de localização de vazamento de <i>groundsurfacing</i>.
Aliviadores de Dores	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dispensa a necessidade de ter acesso físico à rede de distribuição. ▪ Comunicação Wireless com central de processamento.
Geradores de Ganho	<ul style="list-style-type: none"> ▪ É de fácil implementação e uso, demanda menos treinamento. ▪ Custos de aquisição inferiores às alternativas comparáveis.

Fonte: Próprio Autor

Na tabela abaixo, é feito um demonstrativo de comparação entre as opções averiguadas de mercado e o Modelo 02.

Tabela 17 – Comparativo

	MicroCorr Touch	SoundSens	Yamatec 0506	GLDS LD25	Modelo 02
Tipo	Correlacionador de Sinais	Correlacionador de Sinais	Geofone Eletrônico	Geofone Eletrônico	Correlacionador de Sinais
Valor Médio	R\$ 153.000,00	R\$ 137.000,00	R\$ 5.320,00	R\$ 19.600,00	R\$ 19.940,00

Fonte: Próprio Autor

Percebe-se que o valor estimado de venda médio do Modelo 02 sendo superior aos custos do geofones eletrônicos, entretanto, como supracitado, por possuir a vantagem de ser um correlacionador de sinais, o benefício de se dispensar a necessidade de operadores com treinamento de auscultamento justificaria o investimento superior.

Em relação ao correlacionadores de sinais, o Modelo 02 apresenta como vantagem a dispensa da necessidade de acesso às tubulações. Além disso, apresenta um custo unitário agressivamente menor que os outros modelos analisados. É necessário ressaltar que ambos são considerados de altíssima qualidade e possuem extenso tempo de mercado.

5 Conclusões e Sugestões

5.0.1 Conclusões

Foi realizado um mapeamento preliminar de mercado, que forneceu dados em relação aos prováveis consumidores e concorrentes do dispositivo proposto. Em relação aos consumidores, destaca-se a definição de dois principais públicos-alvo: concessionárias de abastecimento de água e de saneamento e as empresas de caça-vazamentos. As informações obtidas foram escassas, entretanto os dados em primeiro momento já permitiram um aprofundamento das hipóteses iniciais. Já em relação aos concorrentes, foi delimitado e buscou-se mapear as informações como preço e características de alternativas concorrentes, sendo 2 de correlacionadores de sinais e 2 de geofones eletrônicos.

Estabeleceram-se dois possíveis produtos no mínimo viáveis com base nas soluções de hardware e software apresentadas por [Obata \(2019\)](#) e [Boaventura \(2021\)](#), respectivamente. Os custos fixos e variáveis, investimentos e infraestrutura necessária foram estimados. Optou-se pela avaliação apenas do modelo 02, em razão de seus custos inferiores. Para as análises de viabilidade econômica, adotou-se como custo de capital a Taxa Selic corrigida pela inflação. Em seguida, formularam-se cenários com demanda fixas e variáveis, estabelecendo-se como critério de aceitação que o Valor Presente Líquido (VPL) fosse maior ou igual R\$ 0, definiu-se o preço do dispositivo em cada um deles.

Assim, considerando os cenários desenvolvidos de demanda e preços, e comparando com as soluções existentes, percebe-se a compatibilidade do dispositivo com o mercado e sua provável viabilidade econômica e financeira, além da viabilidade mercadológica, conforme apresentada uma proposta de valor compatível com as necessidades dos consumidores.

5.0.2 Sugestões para Trabalhos Futuros

É possível citar alguns desdobramentos possíveis do trabalho executado:

- A realização de uma parceria com a Suez, para a realização de testes do Modelo 02 ou novos MVPs.
- O desenvolvimento de uma interface embarcada ao dispositivo, para dispensar a necessidade de processamento externo.
- A realização de novas pesquisas de mercado com maior amplitude e acompanhamento dos consumidores.
- A elaboração de um modelo de negócios com base nesse dispositivo.

Referências

- ALMEIDA, F. C. L. de. **Improved acoustic methods for leak detection in buried plastic water distribution pipes**. Tese (Doutorado) — University of Southampton, Southampton, mar. 2013.
- ASSEF, R. **Guia Prático de Formação de Preços**. [S.l.]: Digitaliza, 2020.
- BIANCO, M. J. et al. Machine learning in acoustics: Theory and applications. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 146, n. 5, p. 3590–3628, 2019.
- BOAVENTURA, O. D. Z. **Localização de vazamentos em tubulações enterradas usando uma Rede Neural de Convolução**. 61 p. Dissertação (Mestrado) — UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO, Ilha Solteira, 2021.
- BRUNI, A. **A administração de custos, preços e lucros**. [S.l.]: Atlas, 2006.
- CHUANG, W.-Y.; TSAI, Y.-L.; WANG, L.-H. Leak detection in water distribution pipes based on cnn with mel frequency cepstral coefficients. In: **Proceedings of the 2019 3rd International Conference on Innovation in Artificial Intelligence**. [S.l.: s.n.], 2019. p. 83–86.
- COSGROVE, W. J.; LOUCKS, D. P. Water management: Current and future challenges and research directions. **Water Resources Research**, v. 51, n. 6, p. 4823–4839, 2015.
- CREPALDI, S. A.; CREPALDI, G. S. **Contabilidade de custos**. São Paulo: Atlas, 2018.
- ESTADÃO. Focus: Selic no fim de 2022 permanece em 11,75% ao ano - ultimas noticias. **Estadão**, São Paulo, 2022. Disponível em: <<https://investidor.estadao.com.br/noticia/focus-selic-2022-1175-ano/>>. Acesso em: 07 de fev. de 2022.
- FARLEY, M. Non-revenue water–international best practice for assessment, monitoring and control. In: **12th Annual CWWA Water, Wastewater and Solid Waste Conference**. [S.l.: s.n.], 2003. v. 28.
- FARLEY, M.; TROW, S. **Losses in water distribution networks**. [S.l.]: IWA publishing, 2003.
- FOLKMAN, S. Water main break rates in the usa and canada: A comprehensive study. 2018.
- GAO, Y. et al. An analytical model of ground surface vibration due to axisymmetric wave motion in buried fluid-filled pipes. University of Southampton, 2017.
- GITMAN, L. J.; JUCHAU, R.; FLANAGAN, J. **Principles of managerial finance**. [S.l.]: Pearson Education, 2015.
- Grupo Regional de Trabajo de Benchmarking de Aderasa. **Informe Anual 2018**. [S.l.], 2019.

- HAMILTON, S.; CHARALAMBOUS, B. Leak detection: technology and implementation. IWA Publishing, 2020.
- HUNAIDI, O. et al. Acoustic methods for locating leaks in municipal water pipe networks. In: CITESEER. **International conference on water demand management**. [S.l.], 2004. p. 1–14.
- JIANG, Y. China's water scarcity. **Journal of environmental management**, Elsevier, v. 90, n. 11, p. 3185–3196, 2009.
- KANG, J. et al. Novel leakage detection by ensemble cnn-svm and graph-based localization in water distribution systems. **IEEE Transactions on Industrial Electronics**, IEEE, v. 65, n. 5, p. 4279–4289, 2017.
- KECHINSKI, C. P. et al. Análise do modelo de desenvolvimento de produto de uma empresa fabricante de produtos e soluções para o setor automotivo. **Exacta**, Universidade Nove de Julho, v. 8, n. 1, p. 81–88, 2010.
- KEPNER, R. A.; BAINER, R.; BARGER, E. L. **Principles of farm machinery**. Michigan: Avi Publishing Company, 1972.
- KHAN, S. A.; BOHNSACK, R. Influencing the disruptive potential of sustainable technologies through value proposition design: The case of vehicle-to-grid technology. **Journal of Cleaner Production**, Elsevier, v. 254, p. 120018, 2020.
- KOVANDŽIĆ, M. et al. Near field acoustic localization under unfavorable conditions using feedforward neural network for processing time difference of arrival. **Expert Systems with Applications**, Elsevier, v. 71, p. 138–146, 2017.
- LI, R. et al. A review of methods for burst/leakage detection and location in water distribution systems. **Water Science and Technology: Water Supply**, IWA Publishing, v. 15, n. 3, p. 429–441, 2015.
- LIMA, F. K. de et al. Estimating the velocity of leakage noise propagation for leak detection in an underground water pipes.
- LIMA, F. R. S. d. **Viabilidade econômica e financeira de projetos**. Volta Redonda: FERP, 2019.
- LIMA, F. R. S. de; MARIA, M. C. da S. **Elasticidade-Preço da demanda como ferramenta auxiliar para reajuste de preços**. [S.l.: s.n.], 2017. v. 7.
- LOYOLA, R.; BINI, L. M. Water shortage: a glimpse into the future. **Natureza & Conservação**, v. 1, n. 13, p. 1–2, 2015.
- LUONG, T. T.; KIM, J.-M. The enhancement of leak detection performance for water pipelines through the renovation of training data. **Sensors**, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, v. 20, n. 9, p. 2542, 2020.
- MATTAR, F. N.; SANTOS, D. G. dos. **Gerência de produtos: como tornar seu produto um sucesso**. [S.l.]: Atlas, 2003.
- MEHTA, L. Water and human development. **World Development**, v. 59, p. 59–69, 2014.

Ministério do Desenvolvimento Regional. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: 24º Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos**. [S.l.], 2019.

MUGGLETON, J.; BRENNAN, M. Leak noise propagation and attenuation in submerged plastic water pipes. **Journal of Sound and Vibration**, Elsevier, v. 278, n. 3, p. 527–537, 2004.

NOW, C. Taxa mínima de atratividade: o que é e como calcular nos investimentos. **Capital Now**, São Paulo, 2019. Disponível em: <<https://www.capitalresearch.com.br/blog/investimentos/taxa-minima-de-atratividade-o-que-e-e-como-calcular-nos-investimentos/>>. Acesso em: 07 de fev. de 2022.

OBATA, D. H. de S. **Investigação de Métodos de Transmissão e Sincronização de Sinais para uso em um Detector de Vazamentos em Tubulações Enterradas por meio de Correlação Cruzada**. 128 p. Tese (Doutorado) — UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”, Ilha Solteira, 2019.

OSTERWALDER, A. et al. **Value proposition design: How to create products and services customers want**. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2014.

PERTILÄ, P. et al. Multichannel source activity detection, localization, and tracking. **Audio source separation and speech enhancement**, Wiley Online Library, p. 47–64, 2018.

RIES, E. **A startup enxuta**. [S.l.]: Leya, 2012.

ROCHA, H. M. et al. Fatores críticos de sucesso no processo de desenvolvimento de produtos na indústria automotiva sul-fluminense. **VII Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia**, p. 1–15, 2010.

ROMANO, L. N. et al. **Modelo de referência para o processo de desenvolvimento de máquinas agrícolas**. 321 p. Tese (Doutorado) — Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.

ROZENFELD, H. et al. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos: Uma Referência para a Melhoria do Processo**. São Paulo: Saraiva, 2006.

SANTOS, J. dos. **Análise de custos: remodelado com ênfase para custo marginal, relatórios e estudos de casos**. Atlas, 2000. ISBN 9788522423897. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=UWz-kQEACAAJ>>.

SCHMITZ, F. V.; MATTOS, B. S. de; CORREIA, A. R. Value proposition analysis applied to military training airplane design concept. **Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering**, Springer, v. 40, n. 3, p. 1–16, 2018.

SCUSSEL, O. et al. Estimation of the bulk and shear moduli of soil surrounding a plastic water pipe using measurements of the predominantly fluid wave in the pipe. **Journal of Applied Geophysics**, Elsevier, v. 164, p. 237–246, 2019.

SEBRAE. O que é uma startup? **SEBRAE**, São Paulo, 2014. Disponível em: <<https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-que-e-uma-startup,6979b2a178c83410VgnVCM1000003b74010aRCRD>>. Acesso em: 07 de fev. de 2022.

SEBRAE. 5 dicas para fazer uma precificação de produtos inteligente. **SEBRAE**, São Paulo, 2020. Disponível em: <<https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ufs/pe/artigos/5-dicas-para-fazer-uma-precificacao-de-produtos-inteligente,e231536044395710VgnVCM1000004c00210aRCRD>>. Acesso em: 07 de fev. de 2022.

SLONGO, G. R. **A formação do preço de venda dos produtos industrializados**. 25 p. Monografia (Trabalho de conclusão de graduação) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012.

TUON, L. Inflação fecha 2021 a 10,06%, acima do teto da meta e no maior nível em 6 anos. **CNN BRASIL**, São Paulo, 2022. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/business/inflacao-fecha-2021-a-1006-acima-do-teto-da-meta-e-no-maior-nivel-em-6-anos/>>. Acesso em: 07 de fev. de 2022.

UN. General Assembly (64th sess. : 2009-2010). The human right to water and sanitation : resolution / adopted by the general assembly. New York, p. 3, 03 de ago. de 2010.

VALERIANO, D. L. **Gerência em projetos: pesquisa, desenvolvimento e engenharia**. [S.l.]: Pearson Education, 2004.

ZADKARAMI, M.; SHAHBAZIAN, M.; SALAHSHOOR, K. Pipeline leakage detection and isolation: An integrated approach of statistical and wavelet feature extraction with multi-layer perceptron neural network (mlpnn). **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, Elsevier, v. 43, p. 479–487, 2016.

Anexos

ANEXO A – Questões - Concessionárias

1. Você considera a perda de água nas redes de distribuição um problema em sua cidade? Qual o nível médio de perdas registrado?
2. Atualmente, vocês executam ou terceirizam algum serviço de detecção de vazamentos? De que modo definem se há necessidade de se iniciar o processo de localização de vazamentos? E quando há, de que forma é realizado? Pretendem instituir, caso não possuam, um grupo de “caça-vazamentos”?
3. Qual o montante previsto para investimentos no próximo ano? Quais os principais destinos das verbas?
4. Quais os custos médios, por vazamento, estimados para a execução desse serviço? Qual o tempo médio dispendido para a detecção e localização dos vazamentos?
5. Qual o número médio anual de chamadas para conserto de vazamentos? Quanto a causa dos vazamentos, quais são as mais comuns? (e.g. Trincas, rompimento de junção, entre outras)
6. Como é o processo atual reparo das tubulações danificadas? Se possível cite máquinas, número de colaboradores e métodos envolvidos no processo.
7. Quais os prejuízos estimados quando há necessidade de conserto? Quais outras inconveniências decorrem devido ao conserto dos vazamentos?
8. Qual é o tempo médio dispendido no serviço de conserto de vazamento?
9. Quantos colaboradores possuem na equipe hoje? Quantos desses possuem funções diretas relativas à vazamentos? Qual é o perfil da equipe quanto à grau de escolaridade e idade?
10. Em relação à rede de distribuição, é feito algum tipo de registro de seu estado de conservação e eventuais reparos? Avalie seu estado como um todo.
11. Ao executar os serviços de manutenção, extensão e reparo, é possível notar, nesta cidade, a presença de mais de um tipo de solo? Cite características que se destacam.
12. Vocês utilizam algum tipo de equipamento para realizar detecção de vazamentos? Cite-os. Em caso afirmativo, quais as vantagens e desafios de sua utilização?
13. Em caso de terceirização do serviço de detecção de vazamentos, à quais empresa recorrem para prestação dos serviços? Cite vantagens e desafios da terceirização.

ANEXO B – Questões - Empresas de Caça-Vazamentos

1. Quais os principais serviços que vocês oferecem atualmente? Quais as principais regiões que atendem? Existem regiões com maior ocorrência? Se sim, saberiam dizer o porquê desta tendência?
2. Em relação aos serviços de “caça-vazamentos”, qual é o tempo médio de sua execução em tubulações de abastecimento subterrâneas?
3. Quais os equipamentos que vocês utilizam atualmente? Se possível, nos conte como é a experiência de sua utilização (vantagens, desvantagens, sugestões de melhoria).
4. Os equipamentos que utilizam são de importação própria ou recorrem a um intermediário? No caso de importação própria, quais os principais desafios quanto à legislação e registro no inmetro? No caso de importação por intermediário, com quais empresas trabalham?
5. Se sua empresa também realiza a venda desses equipamentos, vocês oferecem cursos de sua utilização? Como eles são realizados?
6. Em relação à manutenção de seus equipamentos, como é realizado? É necessário recalibragem junto aos fornecedores? Quais são os custos médios desse serviço?
7. Em sua experiência, quais são as principais causas dos vazamentos que detectam?
8. Atualmente, como é composto seu quadro de colaboradores? Quais as principais áreas de formação?
9. Quais os principais desafios em relação aos diferentes tipos de solos e tubulações? Quão decisivo esses fatores são para seus serviços e/ou produtos?
10. Quais são seus principais Cases de Sucesso na detecção de vazamentos?
11. Em sua opinião, quais são os maiores desafios nesse mercado?

ANEXO C – Compilado - Concessionárias

Pergunta	Concessionárias Públicas
1	Todas reconheceram que a perda de água é um problema, pois ela deixa de ser disponibilizada à população. Em geral, alegam estar trabalhando continuamente para a melhoria dos índices, os quais tem ficado em média 25% na rede urbana.
2	As concessionárias pesquisadas não terceirizam a execução do serviço, possuindo equipe própria para tal fim. Algumas não possuem ações preventivas de monitoramento, entretanto outra já adotam sistemas de telemetrias que acusam quando alguma variável hídrica diverge dos níveis estabelecidos. Nesses casos de divergência a equipe é de investigação é acionada.
3	Nem todas as equipes souberam responder se haveria ou não investimentos previstos, e quando houve o montante não foi revelado. Entretanto, algumas admitiram que estão buscando fortalecer a equipe de detecção de vazamentos, principalmente com sistemas de telemetria. Uma da concessionárias citou inclusive a existência de planejamento para os próximos 20 anos, e que a redução de perdas é uma das maiores metas.
4	A maioria respondeu não possuir controle dos custos por vazamento. Em relação ao tempo, em geral as equipes das concessionárias executam diversas atividades, conforme demanda, assim não possuindo uma medida do tempo disponibilizado para a caça de vazamentos.
5	As causas mais comuns apresentadas para chamadas de conserto de vazamentos foram: reaperto de virola de cavalete, rompimento de colar de ramais e conserto de conexões e rompimentos de rede de distribuição/adução. Os números variaram bastante por concessionária e por causa.
6	Em geral, as demandas por reparo ocorrem por chamados abertos pela população ou quando identificados pela concessionária. Os equipamentos disponíveis variam de empresa para empresa, entretanto além do ferramental braçal possuem máquinas como retroscavadeiras para trabalhos pesados.
7	Além dos prejuízos já citados, foi ressaltado os danos e inconveniências gerado na via pública como sujeira, dificuldade de acesso e trânsito.
8	Em médio foi apontado um tempo de 23 horas para conserto de cavalete, 65 horas para os ramais e 12 horas para rede de distribuição/adução.

Pergunta	Concessionárias Públicas
9	A média de funcionários lotados nas concessionárias, considerando por cidade, é de 14 servidores. A média de idade variou entre 32 e 59 anos, onde a escolaridade desses varia do ensino fundamental até pós-graduação.
10	Em geral, as concessionárias não possuem registros acurados da saúde da tubulações. Foi ressaltado a necessidade de troca das tubulações metálicas que ainda existem em algumas cidades.
11	No quesito de variância de solo, somente em municípios de grande porte percebeu-se variância significativa. Entre os municípios os tipos variaram de solo de rocha basáltica até XXXX.
12	A maioria das concessionárias já adotam equipamentos de detecção de vazamentos, como geofones, hastes de escuta e hastes de perfuração. Destacaram como vantagem a redução de tempo para a localização do vazamento, a precisão de localização e redução da necessidade de romper pavimentos. Como desafios, destacaram a implementação da localização proativa de vazamentos, ou seja, que antecipe à reclamações ou variáveis alarmantes.
13	As concessionárias que responderam não praticavam a terceirização, de modo que não houve indicação de empresas, nem das vantagens ou desafios.

Fonte: Próprio Autor

ANEXO D – Fluxos de Caixas

Tabela 18 – Fluxo de Caixa - Cenário A

	2022	2023	2024	2025	2026
Custo Unitário		R\$ 6.559,29	R\$ 7.430,72	R\$ 8.417,94	R\$ 9.536,30
Valor de Venda Unitário		R\$ 24.307,75	R\$ 24.307,75	R\$ 24.307,75	R\$ 24.307,75
Demanda		12	12	12	12
Receita	R\$ -	R\$ 291.693,00	R\$ 291.693,00	R\$ 291.693,00	R\$ 291.693,00
(-) Custo Variável de Produção	R\$ -	-R\$ 78.711,46	-R\$ 89.168,70	-R\$ 101.015,23	-R\$ 114.435,63
(=) Lucro Bruto	R\$ -	R\$ 212.981,54	R\$ 202.524,30	R\$ 190.677,77	R\$ 177.257,37
(-) Impostos Simples Nacional	R\$ -	-R\$ 22.752,05	-R\$ 22.752,05	-R\$ 29.169,30	-R\$ 29.169,30
(-) Custo Fixos		-R\$ 127.645,21	-R\$ 140.486,32	-R\$ 154.619,24	-R\$ 170.173,94
(=) Lucro Líquido	R\$ -	R\$ 62.584,27	R\$ 39.285,93	R\$ 6.889,23	-R\$ 22.085,87
Investimento	R\$ 19.196,55				
(+) Capital de Giro	R\$ 57.988,92				
Total de Saídas	R\$ 77.185,47	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Fluxo de Caixa Líquido	-R\$ 77.185,47	R\$ 62.584,27	R\$ 39.285,93	R\$ 6.889,23	-R\$ 22.085,87
Fluxo de Caixa Líquido (Descontado)	-R\$ 77.185,47	R\$ 55.244,72	R\$ 30.611,75	R\$ 4.738,57	-R\$ 13.409,63

Fonte: Próprio Autor

Tabela 19 – Fluxo de Caixa - Cenário B

	2022	2023	2024	2025	2026
Custo Unitário		R\$ 6.559,29	R\$ 7.430,72	R\$ 8.417,94	R\$ 9.536,30
Valor de Venda Unitário		R\$ 21.270,97	R\$ 23.410,83	R\$ 25.765,95	R\$ 28.358,01
Demanda		12	12	12	12
Receita	R\$ -	R\$ 255.251,59	R\$ 280.929,90	R\$ 309.191,45	R\$ 340.296,11
(-) Custo Variável de Produção	R\$ -	-R\$ 78.711,46	-R\$ 89.168,70	-R\$ 101.015,23	-R\$ 114.435,63
(=) Lucro Bruto	R\$ -	R\$ 176.540,13	R\$ 191.761,21	R\$ 208.176,23	R\$ 225.860,48
(-) Impostos Simples Nacional	R\$ -	-R\$ 19.909,62	-R\$ 21.912,53	-R\$ 30.919,15	-R\$ 34.029,61
(-) Custo Fixos		-R\$ 127.645,21	-R\$ 140.486,32	-R\$ 154.619,24	-R\$ 170.173,94
(=) Lucro Líquido	R\$ -	R\$ 28.985,29	R\$ 29.362,36	R\$ 22.637,84	R\$ 21.656,93
Investimento	R\$ 19.196,55				
(+) Capital de Giro	R\$ 57.988,92				
Total de Saídas	R\$ 77.185,47	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Fluxo de Caixa Líquido	-R\$ 77.185,47	R\$ 28.985,29	R\$ 29.362,36	R\$ 22.637,84	R\$ 21.656,93
Fluxo de Caixa Líquido (Descontado)	-R\$ 77.185,47	R\$ 25.586,05	R\$ 22.879,26	R\$ 15.570,83	R\$ 13.149,20

Fonte: Próprio Autor

Tabela 20 – Fluxo de Caixa - Cenário C

	2022	2023	2024	2025	2026
Custo Unitário		R\$ 6.559,29	R\$ 7.430,72	R\$ 8.417,94	R\$ 9.536,30
Valor de Venda Unitário		R\$ 14.207,68	R\$ 14.207,68	R\$ 14.207,68	R\$ 14.207,68
Demanda		12	24	48	96
Receita	R\$ -	R\$ 170.492,16	R\$ 340.984,32	R\$ 681.968,64	R\$ 1.363.937,28
(-) Custo Variável de Produção	R\$ -	-R\$ 78.711,46	-R\$ 178.337,39	-R\$ 404.060,90	-R\$ 915.485,04
(=) Lucro Bruto	R\$ -	R\$ 91.780,70	R\$ 162.646,93	R\$ 277.907,74	R\$ 448.452,24
(-) Impostos Simples Nacional	R\$ -	-R\$ 13.298,39	-R\$ 26.596,78	-R\$ 68.196,86	-R\$ 136.393,73
(-) Custo Fixos		-R\$ 127.645,21	-R\$ 140.486,32	-R\$ 154.619,24	-R\$ 170.173,94
(=) Lucro Líquido	R\$ -	-R\$ 49.162,90	-R\$ 4.436,17	R\$ 55.091,63	R\$ 141.884,58
Investimento	R\$ 19.196,55				
(+) Capital de Giro	R\$ 57.988,92				
Total de Saídas	R\$ 77.185,47	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Fluxo de Caixa Líquido	-R\$ 77.185,47	-R\$ 49.162,90	-R\$ 4.436,17	R\$ 55.091,63	R\$ 141.884,58
Fluxo de Caixa Líquido (Descontado)	-R\$ 77.185,47	-R\$ 43.397,34	-R\$ 3.456,68	R\$ 37.893,29	R\$ 86.146,47

Fonte: Próprio Autor

Tabela 21 – Fluxo de Caixa - Cenário D

	2022	2023	2024	2025	2026
Custo Unitário		R\$ 6.559,29	R\$ 7.430,72	R\$ 8.417,94	R\$ 9.536,30
Valor de Venda Unitário		R\$ 11.518,35	R\$ 12.677,10	R\$ 13.952,41	R\$ 15.356,03
Demanda		12	24	48	96
Receita	R\$ -	R\$ 138.220,22	R\$ 304.250,34	R\$ 669.715,85	R\$ 1.474.178,52
(-) Custo Variável de Produção	R\$ -	-R\$ 78.711,46	-R\$ 178.337,39	-R\$ 404.060,90	-R\$ 915.485,04
(=) Lucro Bruto	R\$ -	R\$ 59.508,75	R\$ 125.912,95	R\$ 265.654,94	R\$ 558.693,48
(-) Impostos Simples Nacional	R\$ -	-R\$ 10.781,18	-R\$ 23.731,53	-R\$ 66.971,58	-R\$ 147.417,85
(-) Custo Fixos		-R\$ 127.645,21	-R\$ 140.486,32	-R\$ 154.619,24	-R\$ 170.173,94
(=) Lucro Líquido	R\$ -	-R\$ 78.917,64	-R\$ 38.304,90	R\$ 44.064,12	R\$ 241.101,69
Investimento	R\$ 19.196,55				
(+) Capital de Giro	R\$ 57.988,92				
Total de Saídas	R\$ 77.185,47	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Fluxo de Caixa Líquido	-R\$ 77.185,47	-R\$ 78.917,64	-R\$ 38.304,90	R\$ 44.064,12	R\$ 241.101,69
Fluxo de Caixa Líquido (Descontado)	-R\$ 77.185,47	-R\$ 69.662,59	-R\$ 29.847,33	R\$ 30.308,32	R\$ 146.387,02

Fonte: Próprio Autor